

ANNALEN
DER
PHYSIK,
NEUE FOLGE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. MED., ORD. PROF. D. PHYSIK U. CHEMIE ZU HALLE,
MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN,
DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAVISCHEN
GESELLS. DER NATURKUNDE ZU ROTTERDAM, UND DER GESELLS.
ZU GRÖNINGEN, HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM UND ROSTOCK,
UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG,
DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE D. WISS. ZU MÜNCHEN, UND
DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

VIERTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,
EET JOH. AMBROSIVS BARTH
1810.

ANNALEN
DER
PHYSIK,
NEUE FOLGE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. MED., ORD. PROF. D. PHYSIK U. CHEMIE ZU HALLE,
MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN,
DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAVISCHEN
GESELLS. DER NATURKUNDE ZU ROTTERDAM, UND DER GESELLS.
ZU GRÖNINGEN, HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM UND ROSTOCK,
UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG,
DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE D. WISS. ZU MÜNCHEN, UND
DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

VIERTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,
EET JOH. AMBROSIVS BARTH
1810.

ANNALEN
DER
PHYSIK.

485-54

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. MED., ORD. PROF. D. PHYSIK U. CHEMIE ZU HALLE,
MITGLIED D. KÖN. GESELLS. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN,
DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAVISCHEN
GESELLS. DER NATURKUNDE ZU ROTTERDAM, UND DER GESELLS.
ZU GRÖNINGEN, HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM UND ROSTOCK,
UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG,
DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE D. WISS. ZU MÜNCHEN, UND
DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

VIER UND DREISSIGSTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,
BEI JOH. AMBROSIIUS BARTE
1810.

ANNALE

DER

PHYSIK

HERAUSGEBER

LUDWIG WILHELM GILBERT

IN DER FACHSCHRIFT DER PHYSIK UND DER VERWANDTEN WISSENSCHAFTEN
DIE GROSSE ZEITSCHRIFT DER PHYSIK UND DER VERWANDTEN WISSENSCHAFTEN
DIE GROSSE ZEITSCHRIFT DER PHYSIK UND DER VERWANDTEN WISSENSCHAFTEN
DIE GROSSE ZEITSCHRIFT DER PHYSIK UND DER VERWANDTEN WISSENSCHAFTEN
DIE GROSSE ZEITSCHRIFT DER PHYSIK UND DER VERWANDTEN WISSENSCHAFTEN
DIE GROSSE ZEITSCHRIFT DER PHYSIK UND DER VERWANDTEN WISSENSCHAFTEN
DIE GROSSE ZEITSCHRIFT DER PHYSIK UND DER VERWANDTEN WISSENSCHAFTEN
DIE GROSSE ZEITSCHRIFT DER PHYSIK UND DER VERWANDTEN WISSENSCHAFTEN

VON UND DREISSIGSTEN JAHR

VERLAG VON FRIEDRICH VON SIEBEL

LEIPZIG

VERLAG VON FRIEDRICH VON SIEBEL

VERLAG VON FRIEDRICH VON SIEBEL

I N H A L T.

Jahrgang 1810. Band 4.

Erstes Stück.

I. Versuche über die Mischung prismatischer Farben; vom Prof. Lüdick e in Meissen. Seite 1

1. Das Schwungrad und dessen Geschwindigkeit. 4

2. Verbesserte Farbentinten. 7

3. Frühere Versuche mit Prismen und mit Pigmenten. 9

4. Neue eigne Versuche mit Pigmenten. 17

5. Uebereinstimmung beider Arten von Versuchen. 23

6. Folgerungen. 25

II. Ueber die Kunst, zu schwimmen, und ob man unter dem Wasser sehen kann; frei bearbeitet,

nach mehrern englischen Auffätzen, von Gilbert.

I—6. Schriften und Gegenschriften zwischen Hrn. Nicholsson und einem *Taucher*. Seite 23

7. Thatfachen und Bemerkungen, das Sehen unter Wasser und die Schwimmkunst betreffend; von James Horsburgh, Esq. 51

8. Einige Auslagen der Halloren - Brüderschaft zu Halle und ein Nachtrag dazu von Gilbert. 58

III. Ideen über die Acidität und die Alkalität, in Beziehung auf die neuesten Entdeckungen Davy's; von Avogadro, zu Turin; frei übersetzt von Gilbert. 64

IV. Bemerkungen über den Ring des Saturns, in Beziehung auf die widersprechenden Beobachtungen Herschel's und Schröter's über denselben; von La Place. 76

V. Beobachtungen über die Gestalt des Saturns, von Will. Herschel, LL. D.; frei bearbeitet, mit einigen Anmerkungen, von Gilbert. 81

Fernere Beobachtungen und Bemerkungen über die Gestalt, das Klima und die Atmosphäre Saturns und seines Ringes. 94

VI. Einige Erfahrungen und Gedanken über die elektrischen Licht-Erscheinungen; von William Nicholsson in London. 106

Zweites Stück.

I. Mineralogische, antiquarische und chemische

Bemerkungen über eine Goldmünze König
Philipp's von Macedonien; von Joh. Fab-
broni zu Florenz, Corresp. d. franz. Instit.,
mit einigen Anmerk. von d'Arcet. Frei-
bearbeitet von Gilbert. Seite 113

Bestimmung des Schrots. 116

Untersuchung des Kornes. 120

Gediegenes feines Gold. 129

II. Darstellung seiner Untersuchungen über die ir-
dische Strahlenbrechung, und über die so ge-
nannte Luftspiegelung; und was in dieser Ma-
terie noch zu thun ist; von H. W. Brandes
zu Eckwarden. 133

III. Hydraulische Untersuchungen über die Friction
des Wassers in cylindrischen Röhren; in ei-
ner Folge mehrerer Aufsätze, vom Berg-Com-
missionsrath Buffle, Prof. d. Mathem. u. Phys.
an d. Bergakad. zu Freiberg.

1. Versuche, um zwischen Cohäsion und Attraction
zu unterscheiden. 152

2. Folgerungen aus Bossut's Versuchen über die
Friction des Wassers in cylindrischen Röhren. 157

3. Kritik der physisch-mathematischen Untersuchun-
gen des Hrn. Prony über die Theorie des flie-
ssenden Wassers. 172

4. Kritik hydraulischer Versuche, welche die beiden Michelotti zu Turin angestellt haben. Seite 186
- IV. Beschreibung eines Instruments zum Messen einer sehr kleinen Menge von Elektricität, von dem Doctor Kleefeld in Danzig. 203
- V. Zusammenhalt (Tenacität) der dehnbaren Metalle, aufs neue bestimmt von Guyton Morveau; und über die Veränderung der Dichtigkeit des Bleies beim Hämmern, und die Einwirkung des Wassers auf dieses Metall. Frei übersetzt von Gilbert. 209
- VI. Auszug aus einem Schreiben des Prof. Lüdcke an den Prof. Gilbert, die Fortsetzung seiner Versuche über die prismatischen Farben betreffend. 218
- VII. Physikalische Preisfragen der Göttinger Societät der Wissenschaften. 220
- VIII. Der ersten Klasse des Instituts von Frankreich Preisvertheilung für das Jahr 1810, und Preisfrage auf das Jahr 1812, und neue 10jährige Preise, gestiftet vom Kaiser von Frankreich. 221
- IX. Anzeige, das Kupferwerk zu den Reisen des Hrn. von Humboldt betreffend. 225
- X. Pränumerations-Anzeige auf Mikroskope. 228

Drittes Stück.

I. Versuche über die Mischungen der prismatischen Farben, vom Professor Lüdiche in Meissen. *Zweite Abtheilung.*

7. Ueber die Entstehung des prismatischen Farbensbildes. Seite 229

8. Von den Farben bei dem Anlaufen des Stahls. 235

II. Bericht, abgestattet der mathem.-physikalischen Klasse des Instituts in der Sitzung am 10. April 1809 von den HH. de Prony, Guyton-Morveau und Rochon, über das schwere Krytallglas zu achromatischen Objectiven, welches Hr. Dufougerais dem Institute vorgelegt hat. Frei übersetzt, mit einigen Bemerkungen, von Gilbert. 240

III. Einige Nachrichten über achromatische Fernröhre. 258

IV. Angabe eines möglichst vollkommenen achromatischen Doppel-Objectivs, und über die Anwendbarkeit dieser und ähnlicher Berechnungen für Künstler zur Verfertiigung achromatischer Fernröhre, von dem Prof. Klügel in Halle. 265

V. Weitere Entwicklung der Angabe eines vollkommenen Doppel-Objectivs in dem vorhergehenden Aufsatze, von dem Prof. Klügel in Halle. 276

VI. Einiges über achromatische Oculare zu Fern-
röhren. Seite 292

VII. Ueber die Wiedererzeugung des Sauerstoff-
gas der atmosphärischen Luft. *Zweite Vorle-
sung*, gehalten in der naturhistorischen Gesell-
schaft zu Hannover von G. W. Muncke, In-
specteur am Georgianum zu Hannover. 296

Erzählung der Versuche. 305

Anwendung der Resultate auf die Natur im Großen. 329

Noch einige Bemerkungen. 331

VIII. Einige Bemerkungen über Hrn. Prof. Gerst-
ner's Theorie der Wellen, über Beobachtun-
gen Ramond's, das Barometer betreffend,
und über die Wolken, vom Dr. Brandes zu
Eckwarden. Aus Briefen an den Herausgeber. 343

IX. Einige Höhenmessungen am Rheine, aus ei-
nem Schreiben des Hrn. Prof. Benzenberg. 347

Viertes Stück.

I. Beschreibung der *Camera Lucida*, eines zum
Aufnehmen von Gegenden und zum verklei-
nernden oder vergrößernden Nachzeichnen
bestimmten Instruments, von W. H. Wolla-
ston, M. D., Secr. der Londn. Societät. Frei
übersetzt von Gilbert. 353

**II. Versuche über die Mischungen prismatischer
Farben, vom Professor L ü d i c k e in Meissen.
Dritte und letzte Abtheilung.**

9. Newton'scher Versuch eines Gesetzes.	Seite 362
10. Theorie des Herrn Voigt.	363
11. Neue Theorie der Farbenmischungen.	366
12. Vergleichung dieser Theorie mit den Versuchen.	372
13. Annäherung an Weifs verschiedener Farbenmischungen.	379
14. Vom Schwarz und von andern Farben reflectirtes Licht.	380
15. Verhältnissmässige Dichtigkeit des reflectirten Lichtes.	383
16. Verhältniss des Lichts und der Wärme bei den Farben.	384

**III. Neue Untersuchungen und-Bemerkungen über
die brennbaren Gasarten, welche unter den
Benennungen Kohlen-Wasserstoffgas und oxy-
genirtes-Kohlen-Wasserstoffgas begriffen wer-
den, vom Senator, Grafen Berthollet.
Frei bearbeitet von Gilbert.**

1. Kritik seiner beiden frühern Versuchsreihen.	391
2. Verfahren bei diesen neuen Versuchen und Be- rechnungsart.	396
3. Resultate.	402
4. Wahre Natur aller dieser Gasarten.	410
5. Wahre Natur der Kohle.	415

IV. Ueber das brennbare Gas, welches sich während der Destillation von Torf bildet, von Th. Thomson, M. D., F. R. S. zu Edinburg. Frei bearbeitet von Gilbert. Seite 417

- | | |
|---|-----|
| 1. Entbindung dieses Gas. | 420 |
| 2. Eigenschaften desselben. | 420 |
| 3. Zerlegende Versuche. | 424 |
| 4. Widerlegung der Meinung Henry's von diesem Gas. | 440 |
| 5. Bestandtheile. | 443 |
| 6. Veränderlichkeit im Verhältnisse derselben, und wahre Natur dieser Gasart. | 446 |

V. Einige Vorichtsregeln, welche man bei dem Gebrauche des Volta'schen Eudiometers zu beobachten hat, von A. B. Berthollet (dem Sohne). 452

VI. Auszug aus einem Berichte der HH. Delambre, Charles, Burckhardt und Gay-Lussac an die erste Klasse des Instituts, über ein schweres Kry stallglas, welches die HH. Kruines und Lanson dieser Klasse vorgelegt haben. 460

VII. Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

- | | |
|--|-----|
| 1. Vom Hrn. Justizrath Schröter in Lilienthal. | 463 |
| 2. Vom Hrn. Prof. Benzenberg in Düsseldorf. | 464 |
-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1810, ERSTES STÜCK.

I.

VERSUCHE

über die Mischungen prismatischer Farben;

vom

Professor LÜDICKE in Meissen.

Die Versuche über die Verwandlung der Regenbogenfarben in Weifs, welche ich in dem siebenten Stücke dieser *Annalen* v. J. 1800. (B. V, S. 272.) beschrieben habe, hatten mir gezeigt, dafs nicht allezeit *alle* prismatischen Farben nöthig sind, um auf einem Schwungrade, mittelst geschwinder Umdrehung, eine weisse Farbe hervor zu bringen, sondern dafs schon drei, nach den Verhältnissen musikalischer Accorde ausgewählte, Farben zum Theil Weifs, und zum Theil eine lichte, dem Weissen sehr nahe kommende, Farbe geben. Bei der Schwierigkeit, die Farben rein aufzutragen, war die Vermuthung natürlich, diese Farbenaccorde möchten bei mehrerer Genauigkeit vielleicht insgesammt Weifs gegeben haben. Um diese Vermuthung zu bestätigen oder zu widerlegen, wiederholte ich alle jene Versuche mit gröfserer Sorgfalt.

Annal. d. Physik. B. 34. St. I. J. 1810, St. I.

A

Einige geringfügige Abweichungen ausgenommen, fand ich diese letztern Versuche mit den erstern übereinstimmend. Sie konnten also zwar nicht dazu dienen, meine Meinung zu bestätigen; es wurde aber dafür durch sie die Newtonsche Bemerkung, daß Farben, die innerhalb einer gewissen Grenze liegen, gemischt, die mittlere Farbe darstellen, und daß die außerhalb dieser Grenze liegenden Farben von dem Mittel sehr abweichen; und dabei zeigte sich so viel Regelmäßigkeit, daß ich die Beantwortung folgender Fragen für möglich hielt:

Welche Farben geben gemischt das Mittel, und welche weichen davon ab?

Nach welchem Gesetze richten sich die aus Mischungen entstandenen Farben?

In welchen Verhältnissen tragen Licht und Wärme bei, die Farben hervor zu bringen?

Um diese Fragen nur einiger Malsen genugthuend beantworten zu können, war eine Verbesserung des Farbenrades und der Farbentinten, und eine noch grössere Anzahl Versuche nöthig, welche ich mit gleichförmiger Genauigkeit vorbereiten und von denen ich viele mehr als ein Mal wiederholen mußte. Ich hatte dann die Versuche auszuwählen, welche jederzeit einen bestimmten und leicht zu unterscheidenden Erfolg gaben, und von ihnen wieder diejenigen, von denen die übrigen abhängen schienen. Diese Erfolge und die angewendeten Farben waren die gegebenen Grössen; und mit ihrer Hilfe mußten die Reihen aufgesucht

werden, deren Glieder ich als Elemente der Berechnung ansehen wollte. Es konnte hierbei nicht fehlen, daß eine Menge Formeln zu untersuchen war, welche nicht durchgängig mit den Versuchen übereinstimmten, bis ich diejenige fand, welche meiner Absicht Genüge leistete. Es besteht diesem gemäß der Aufsatz, den ich hier den Naturforschern vorlege, ganz aus Versuchen und daraus gezogenen Folgerungen, und er enthält keine Hypothese, als lediglich die der angenommenen Elementarreihe und der Formel, welche jedoch durch Vergleichung einer Menge Versuche erst gefunden werden mußte. Da ich zu näherer Erklärung meiner Untersuchung noch andere verwandte Gegenstände abhandeln muß, so stelle ich alles in folgende Abtheilungen zusammen.

1. Verbesserung des kleinen Schwungrades, und Geschwindigkeit desselben.

2. Nachahmung des prismatischen Farbenbildes mit verbesserten Farbentinten.

3. Versuche, welche vor mir mit Mischung dieser Farben gemacht worden sind.

4. Neue Versuche über die Mischung der Lichtfarben, welche ich mit Hülfe des kleinen Schwungrades angestellt habe.

5. Uebereinstimmung der mit Prismen und der mit Pigmenten angestellten Versuche.

6. Folgerungen aus obigen Versuchen.

7. Ueber die Entstehung des prismatischen Farbenbildes.

8. Von den Farben bei dem Anlaufen des Stahles.

9. Newton'scher Versuch eines Gesetzes.

10. Theorie des Herrn Voigt.

11. Neue Theorie der Farbenmischungen.

12. Vergleichung meiner Theorie mit den Versuchen.

13. Ueber die Annäherung an Weiß, welche verschiedene Farbenmischungen geben.

14. Ueber das von Schwarz und von einigen Farben reflectirte Licht.

15. Verhältnißmäßige Dichtigkeit des reflectirten Lichtes.

16. Verhältniß des Lichts und der Wärme bei den Farben.

Diese Gegenstände sollen in den drei ersten Stücken des gegenwärtigen Jahrgangs dieser Annalen in der hier angegebenen Ordnung von mir behandelt werden.

1. Verbesserung des kleinen Schwungrades, und Geschwindigkeit desselben.

Das kleine Schwungrad für Farbenversuche, welches ich in dem siebenten Stücke dieser Annalen v. J. 1800. (B. V, S. 272) beschrieben habe, wo man die umständliche Angabe aller Theile nachlesen mag, stelle ich auf Kupfertafel I, in Fig. 1, noch ein Mahl vor, um die von mir angebrachten Veränderungen zu verdeutlichen. Diese Verbesse-

rungen bestehen in Folgendem: Ueber den Rand der Schwung-Scheibe habe ich bei *a*, *b* einen Ring angebracht, welcher sich auf den Rand der Scheibe anklammt und mit seinem oben hereinwärts stehenden Rande die Farbenscheiben an das Schwungrad andrängt; dadurch liegt nun die Farbenscheibe auf der Fläche des Rades allenthalben genau auf, und die aufgetragenen Farben bewegen sich nun alle in einer und derselben Ebene. Der Ring kann von Holz oder von dünnem Messing seyn; der meinige ist aus mehreren Lagen gut geleimten Papiers verfertigt.

Das kleine Sehrohr *lm*, dessen Achse sich in der verlängerten Achse der Welle befinden muß, ist mittelst eines kleinen Armes mit der messingenen Stange *gh* verbunden, die sich an den Bügel *pqn* verschieben läßt; wodurch das Sehrohr der Scheibe nach Belieben genähert werden kann. An der Stelle des Objectivglases, bei *m*, befindet sich eine Blendung *rs*, welche nur den in der Figur bemerkten schmalen Ring zur Durchsicht übrig läßt. Das innere kleine Kreisplättchen, im Durchmesser 0,7 Dresdner Zoll, ist mit 4 schwachen Drähten an den Ring, dessen innerer Durchmesser 0,9 Zoll hält, befestigt. Bei dieser Einrichtung läßt sich das Sehrohr so verschieben, und mittelst der Ocularröhre, welche ganz ohne Glas ist, so stellen, daß man durch den 0,2 Zoll breiten Ring jedes Mal nicht mehr als den verlangten Farbenring sieht.

Bei diesen angegebenen Verhältnissen der Theile beschreibt das Rad bei dem stärksten Zuge des Fadens in einer Sekunde 18 Umgänge. Liegt die Regenbogenscheibe darauf, so zeigt sich dann 24 Sekunden lang ein weißes Licht; erst nach 50 Sekunden entsteht ein glänzender Regenbogen; bis endlich die Bewegung nach ungefähr einer Minute ganz aufhört. Bei 12 und 10 Umgängen auf eine Sekunde findet noch die völlige Vermischung der Farben Statt; nur erst bei 6 Umgängen auf eine Sekunde scheinen einige Farben deutlich hervor; und bei $2\frac{1}{2}$ Umgängen auf die Sekunde erscheinen alle Farben sehr schön verlaufen, und der Regenbogen ist glänzend. Da nun der Eindruck, welchen das Licht auf der Netzhaut macht, nach der Bestimmung Segner's $\frac{1}{2}$ Sekunde *), und nach d'Arcy $2\frac{2}{3}$ Sekunden **) dauert; so würden hiernach (als bei Erscheinung des glänzenden Regenbogens, alle Farben in $\frac{1}{2}$ Sekunde $1\frac{1}{4}$ Umgang, oder in $2\frac{2}{3}$ Sekunden $6\frac{2}{3}$ Umgänge beschrieben,) die Farben sich völlig haben vermischen und Weiß darstellen müssen, wenn die Farben eben so lange dauernde Eindrücke, als das ungefärbte Licht auf der Netzhaut zurück ließen. Da aber 12 oder wenigstens 10 Umgänge in einer Sekunde erfordert werden, um eine völlige Vermischung der Farben zu bewirken, so wird hierdurch der sehr natürliche Schluß bestätigt: daß die Eindrücke

*) *De raritate luminis*, Gotting. 1740.

L.

**) *Mém. de l'Acad. de Paris* 1765. p. 450.

L.

des farbigen Lichts nicht so dauernd auf der Netzhaut, als die des weissen Lichts, seyn können.

2. *Nachahmung des prismatischen Farbenbildes mit verbesserten Farbentinten.*

Alle Ringe auf den Farbenscheiben sind von mir nach den Verhältnissen der Breite eingetheilt worden, welche ich in dem siebenten Stücke der Ann. v. J. 1800. (B. V, S. 282) angegeben habe, und die den folgenden Versuchen beigefügten Grade der Ringtheile sind von mir nach diesen Verhältnissen berechnet worden. Die Scheiben selbst sind von geglätteter Kartenpappe, welche ich auf beiden Seiten mit sehr weissem feinen Zeichenpapier überzogen habe. Auf jeder Seite der Scheibe befinden sich 3, zuweilen auch 4 Ringe, die mit breiten schwarzen Kreislinien von einander abgefordert sind. Die innere unbenutzte Kreisfläche ist bei einigen schwarz, bei andern grün, um alles weisse Licht gänzlich zu entfernen. Die Abtheilung der Grade auf der Scheibe habe ich sehr bequem mittelst einer, auf einer Kartenpappe gezeichneten, die Scheiben umschliessenden Gradscheibe aufgetragen. Ich habe nämlich aus einem Stücke Kartenpappe eine Kreisfläche von der Grösse der Scheiben ausgeschnitten, und dann einen schmalen Ring um den innern Rand in einzelne Grade getheilt.

Das Auftragen der Farben auf die Ringe der Scheiben erfordert viel Sorgfalt, wenn aus allen Farben ein ungefärbtes reines Weiss entstehen soll.

Die Pigmente, welche man hierzu anwenden kann, sind nicht so glänzend und rein, als die Farben des Regenbogens, und müssen, stark aufgetragen, zwischen ihren Theilen Schatten erzeugen, welche ein schmutziges Weiß hervor bringen. Um nun diesen Nachtheil so viel als möglich zu verhüten, und bei allen Versuchen eine jede Farbe unverändert beizubehalten, bereitete ich 12 Farbertinten, wovon jede ihr eigenes Glas und ihren eigenen Pinsel hatte. Sie waren aus folgenden Pigmenten zusammen gesetzt.

a; *Röthlich Violet*; aus rothem Carmin und etwas blauem.

b; *Violet*; aus blauem Carmin mit etwas rothem.

c; *Indigo*; aus blauem Carmin mit sehr wenig rothem.

d; *Blau*; blauer Carmin.

e; *Hellblau*; blauer Carmin, mehr verdünnt.

f; *Bläulich-Grün*; krySTALLisirter Grünspan in Essig aufgelöset, mit etwas Weinstein.

g; *Gelblich-Grün*; die letzte Auflösung, mit etwas Gummigutte versetzt.

h; *Strohgelb*; Gummigutte, sehr verdünnt.

i; *Gelb*; Gummigutte, stärker aufgetragen.

k; *Orange*; Gummigutte mit etwas rothem Carmin.

l; *Hochroth*; rother Carmin mit etwas Gummigutte.

m; *Dunkelroth*; rother Carmin.

Einige dieser Pigmente habe ich nachher, um sie den Farben des Prisma noch ähnlicher zu machen, dahin verbessert, daß ich

e; *Hellblau* aus blauem Carmin und etwas Grün zusammen setzte;

h; *Strohgelb*, aus Gummigutte und ein wenig Grün; und

i; *Gelb*, aus Gummigutte und sehr wenig rothen Carmin, um der Gummigutte den grünlichen Schimmer zu benehmen.

Alle Farben wurden mit aufgelösetem, ganz weißem, arabischen Gummi verſetzt und mit einem etwas vollen Pinſel, zur Beförderung der Gleichheit, aufgetragen. Um aber zu wiſſen, ob alle dieſe Farbentinten mit den Farben des prismaſiſchen Farbenbildes überein kämen, wurden alle, nach dem oben erwähnten Verhältniſſe der Breiten, in einen Ring einer der Scheiben eingetragen, und dieſe auf das kleine Schwungrad gebracht. Wurde dieſes nun gedreht, ſo ließ ſich aus der Nuance des Weißen einiger Maßen die Farbe vermuthen, welche dieſe Färbung veranlaßte. Dieſes wurde ſo oft mit verbesserten Tinten wiederholt, bis alle ein ungefärbtes Weiß gaben.

3. Verſuche, welche vor mir mit Miſchung der prismaſiſchen Farben gemacht worden ſind.

Eine Miſchung prismaſiſcher Farben kann man auf zweierlei Art bewirken: man läßt entweder

Farbenbilder, die durch mehrere Prismen erhalten worden, über einander fallen; oder man vermischt mit einander, durch geschwinde Bewegung, die Lichtstrahlen, die von verschiedenen Pigmenten zurück geworfen werden.

1. *Mischung der Farbenstrahlen mittelst mehrerer Prismen.*

Diese Vermischungs-Art hat Herr Professor Wünsch zu Frankfurt an der Oder *) mit vieler Sorgfalt ausgeführt. Er bediente sich dabei 5 gleich grosser gleichseitiger Prismen von einerlei Glasart, welche in einem Gestelle vertikal über einander so geordnet waren, daß ihre horizontal liegenden Achsen $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstanden. Sie gaben ihm in dem verfinsterten Zimmer 5 Farbenbilder, welche er durch Drehung der Prismen nach Belieben konnte auf einander fallen lassen. Herr Wünsch macht aus seinen Versuchen wahrscheinlich, daß es im prismatischen Farbenbilde nur 3 Hauptfarben, Roth, Grün und Veilchenblau giebt, deren Längen sich wie 1, 2, 3, zuweilen auch wie 2, 3, 4 verhalten. Seine Eintheilung ist dem zu Folge, wenn man noch die Schattirungen beifügt, die er bei seinen Versuchen anführt, verglichen mit meiner Eintheilung, folgende:

*) In seinen Versuchen über die Farben des Lichtes, Leipzig 1792. L.

<i>Eintheilung des Hrn. Wünsch.</i>		<i>meine Eintheilung.</i>
3. Veilchenblau	Verschwindend Veilchenblau	0,5613 a, rüthlich Violet.
	Veilchenblau	0,5298 b, Violet.
	Indigblau	0,5000 c, Indigo.
	Hochblau	0,4719 d, Blau.
2. Grün		0,4455 e, Hellblau.
	Grünblau	0,4205 f, bläulich Grün.
	Grün, schön Grün	0,3962 g, gelblich Grün.
	Grüngelb	0,3746 h, Strohgelb.
1. Roth	Gelb	0,3536 i, Gelb.
	Pomeranzengelb	0,3337 k, Orange.
	lebhaft Roth	0,3150 l, Hochroth.
	schwach Roth	0,2973 m, Roth.

Von den Versuchen des Hrn. Wünsch füge ich nur die beiden ersten Reihen bei, weil die übrigen zum Beweise seiner Hypothese angestellt worden sind, und zur Aufklärung des mir vorgeetzten Gegenstandes nichts beitragen.

Erste Reihe der Wünsch'schen Versuche mit 2 Prismen:

Versuch 1. Grün und lebhaft Roth gaben Gelb.

Versuch 2. Veichenblau und Grün gaben Hochblau.

Versuch 3. Gelb und Roth gaben Pomeranzengelb.

Versuch 4. Grün und Gelb gaben Grüngelb.

Versuch 5. Lebhaft Veilchenblau und Hochblau gaben das Mittel zwischen Indigblau und Hochblau.

Versuch 6. Lebhaft Veilchenblau und Roth gaben Purpurfarbe.

Versuch 7. Der hochblaue Theil des untern Strahlenbündels wurde auf den lebhaft rothen des obern geleitet; und so fielen zugleich das Indigblau des untern auf das Gelbe des obern Farbenbildes. Alsdann erschienen aber folgende Lichter des grössten Theils doppelten Farbenbildes von unten herauf: Roth, Pomeranzengelb, Gelb, Grün, Weiss, blafs rosenfarbig,

Weiss, Hochblau, Indigblau, Violet. Woraus Herr Wunsch nach seiner Untersuchung mit dem Stifte *) schliesst, dass aus matt Roth und lebhaft Hochblau Weiss, aus Veilchenblau und grünlich Gelb Weiss, aus brennend Roth und lebhaft Hochblau blafs Rosa, und aus lebhaft Grün und Veilchenblau Hochblau entstanden sey.

Versuch 8. Der hochblaue Theil des untern Strahlenbündels wurde auf Gelb des obern geleitet; alsdann fielen zugleich Grün auf Roth, welches Gelb gab, und dieses zum Theil doppelte Farbenbild war von unten herauf: Roth, Pomeranzengelb, Gelb, grünlich Gelb, Weiss, Hochblau, Indigblau und Violet. Hier ergab sich aus der Untersuchung mit dem Stifte, dass aus lebhaft Gelb und lebhaft Hochblau Weiss, welches etwas ins Grüne zu fallen schien, entstand.

Zweite Reihe der Wunsch'schen Versuche mit 3, 4 und 5 Prismen.

Versuch 1. Lebhaft Roth, Hochblau, Hochblau gaben vollkommen Weiss.

Versuch 2. Hochgelb, Hochblau, Veilchenblau gaben vollkommen Weiss; und Hochgelb, Hochblau, Veilchenblau, Veilchenblau gaben Weiss, etwas glänzender.

Versuch 3. Lebhaft Roth, schön Grün, Veilchenblau gaben blafs Rosa; lebhaft Roth, schön Grün, Veilchenblau, Hochblau gaben Weiss.

Versuch 4. Lebhaft Roth, schön Grün, schön Grün, Veilchenblau, Veilchenblau gaben ein ganz weisses Licht.

*) Er hielt nämlich einen Bleistift, einen halben Fuss von der Tafel entfernt, so in den Farbenstrahl, dass dessen Schatten recht in die Mitte des zu untersuchenden Lichtes fiel; dann war dieser Schatten mit den beiden Farben begrenzt, aus welchen das Licht entstanden war. L.

2. *Mischung der Farbenstrahlen, welche von Pigmenten zurück geworfen werden.*

Die ersten etwas ausführlichen Versuche hierüber hat, so viel mir bekannt ist, Scopoli gemacht, und in seiner *Entomologia carniolica* 1763 beschrieben. Ich führe sie hier aus der Abhandlung des Herrn J. G. Voigt über farbiges Licht und Farben an, wo sie sich wörtlich ausgezogen befinden. Scopoli bediente sich eines hölzernen Drehrädchens, welches mit einer heinernen Achse versehen war, und theilte die Scheiben in 8 gleiche Sectoren, die er mit Farben ausfüllte. Seine Farben waren: Zinnober, Gummigutte, Berlinerblau, Tusche, Bleiweiß und Grün, aus Blau und Gelb zusammen gesetzt. Da die meisten seiner Versuche theils wegen seiner Eintheilung, theils wegen der angewendeten schwarzen und weißen Felder, nichts zu meiner Absicht beitragen, so führe ich nur folgende an:

6 Theile	Roth	und	2 Theile	Grün	gaben	Korallenroth.
6	—	Roth	—	2	—	Blau — Hellroth.
4	—	Roth	—	2	—	Gelb — Goldgelb.
6	—	Gelb	—	2	—	Blau — Strohgelb.

Viel vorzüglicher sind die Versuche des Hrn. J. G. Voigt *), ob sie wohl ebenfalls wegen der Eintheilung mit den meinigen nicht vollkommen überein treffen können. Hr. Voigt bediente sich zu seinen Versuchen des farbigen Atlasses und der

*) Dessen *Beobachtungen und Versuche über farbiges Licht, Farben und ihrer Mischung* im 3. Hefte des 3. Bandes des neuen *Journal der Physik* von Dr. Gren, 1796. L.

seidenen Bänder, weil ihre Farben an Intensität und Reinigkeit den Farben des Prisma am nächsten kämen, obgleich sie, wie er selbst gestehet, mit denen des Prisma nicht überein kam. Das Roth war nämlich wie die innersten Blätter einer recht brennenden erst aufgeblüheten Rose, das Grün Apfelgrün, das Violblau etwas zu dunkel, das Blau und Gelb aber waren ziemlich eben so wie das im Prisma.

Versuch 1. Jeder Quadrant der Scheibe war in 3 Sectoren getheilt, welche sich wie 1, 3, 4 verhielten, und von denen der erste mit *Roth*, der zweite mit *Grün*, der dritte mit *Violet* belegt wurde. Bei dem Umdrehen entstand Weiß, welches etwas Violet war. Wenn die Farben ganz weiß werden sollten, so müßten, meinte Hr. Voigt, die Sectoren sich wie 100, 163 und 130 verhalten.

Versuch 2. Derselbe Versuch mit dunklerm *Roth* und dunklerm *Grün* wiederholt, gab dunkel Violet.

Versuch 3. Gleiche Theile *Grün* und *Violet* gaben Hellblau.

Versuch 4. Gleiche Theile *Roth* und *Grün* gaben eine weißliche Farbe, welche ins Rothgelbe fiel.

Versuch 5. Ein Theil *Roth* und 2 Theile *Dunkelgrün* gaben ein ins Braun spielendes Gemisch.

Versuch 6. *Roth*, *Grün*, *Gelb* zu gleichen Theilen und etwas *Violet* gaben Blaufgelb.

Versuch 7. Die sieben Farben des Prisma in dem Verhältnisse, wie sie im prismatischen Farbenbilde erscheinen, gaben Weiß.

Versuch 8. *Dunkelroth* und *Dunkelviolet* zu gleichen Theilen gaben ein helleres Roth, als zur Mischung angewendet worden.

Versuch 9. 4 Theile *Roth*, 2 Theile *Dunkelblau* und 2 Theile *Hellblau* gaben *Rosenroth*.

Versuch 10. Gleiche Theile *Hellgelb* und *Roth* gaben *Orange*.

Versuch 11. Gleiche Theile *Grün*, *Hellroth* und *Orange* gaben *Hellgelb*, und gleiche Theile *Grün*, *Roth*, *Violet* und *Orange* ein ins *Violette* spielendes *Gelb*.

Versuch 12. 2 Theile *Hellblau* und 1 Theil *Roth* gaben ein blaßes *Violet*.

Versuch 13. 3 Theile *Hellgelb* und 5 Theile *Hellblau* gaben ein kaum merkliches, aber sehr ins *Gelbe* fallendes, *Grün*.

Versuch 14. Gleiche Theile *Hellgelb* und *Violet* gaben ein *Gelb* mit einem grauen Teint.

Versuch 15. Wenn sich ein weißer Sector auf einer Scheibe befand, so wurden die Farben der Mischung unmerklich heller; wenn aber der weiße Sector größer, als alle übrigen Farben war, so näherte sich die Farbe immer mehr dem Weißen.

Versuch 16. Gleiche Theile *Hellblau* und *Orange* gaben röthlich *Hellbraun*.

Die übrigen Versuche übergehe ich, weil sie Schwarz enthalten. Herr Voigt bemerkt in der Folge, S. 256, daß seine Versuche mit denen des Hrn. W ü n s c h nicht völlig überein stimmten; denn er habe aus *Roth* und *Grün* auf der Scheibe kein vollkommenes *Gelb* hervor bringen können. Dieses scheint ihm daher zu kommen, daß man die Pigmente mit seidenem Zeuge nicht in der Vollkommenheit haben könne, wie das Prisma sie uns zeigt, und daß durch einen noch so schnellen Umlauf der Scheibe nie eine wahre Mischung, sondern nur eine

Mischung durch Täuschung hervor gebracht werde. Die erste Ursache scheint mir zur Erklärung dieser Verschiedenheit vollkommen hinreichend: denn, so wenig man mit Pigmenten die Farben des prismatischen Farbenbildes in ihrer ganzen Reinigkeit und Klarheit nachahmen kann, eben so wenig kann man alle Schatten vermeiden, welche die Unebenheiten des Papiers hervor bringen; und diese mußten bei seidenen Zeugen, zwischen den Fäden, und da, wo die Bänder an einander gesetzt waren, noch häufiger und stärker, als bei feinem Papiere, Statt finden. Ungeachtet ich mich des feinsten holländischen Zeichenpapiers bedient, und die Abtheilungen zwischen den Farben nicht mit Bleistift, sondern mit einer feinen Spitze angegeben habe, so ist der gelbe Effect dennoch oft unrein gewesen, welchen ich daher mit Lederfarbe bezeichnet habe. Die zweite Ursache, welche Hr. Voigt angiebt, halte ich nicht nur für überflüssig zur Erklärung, sondern auch für unrichtig; denn in beiden Fällen empfängt das Auge die von den Farben zurück geworfenen gemischten Lichtstrahlen. Ob diese Mischung eine chemische oder eine mechanische in einem oder dem andern Falle sey, läßt sich schwer ausmachen, und würde auch hierin nichts entscheiden. Diese einzige Verschiedenheit dürfte hierbei Statt finden, daß die Mischungen der Farbenstrahlen, mit Hülfe der Prismen in der Nähe des Bildes, bei dem Farbenrade aber in der Nähe des Auges geschehen.

4. *Neue Versuche über die Mischung der Lichtfarben, welche ich mit Hülfe des oben beschriebenen kleinen Schwungrades angestellt habe.*

Viele der folgenden Versuche, vorzüglich diejenigen, bei welchen die Effecte wegen ihrer Dünneheit unsicher waren, sind von mir zwei und drei Mal angestellt worden. Bei der ersten und zweiten Reihe von Versuchen habe ich die oben zuerst beschriebenen Pigmente, bei der dritten Reihe aber die angegebenen verbesserten gebraucht. Bei der dritten Reihe habe ich zugleich die Vorsicht angewendet, daß in den äußern und größern Ring jeder Scheibe 4 bis 12 Farben, in den mittlern Ring 3 Farben und in den innern kleinsten Ring 2 Farben gebracht wurden; damit die allzu große Ausbreitung einer Farbe, wenn 2 Farben in den größten Ring gelegt worden wären, nicht etwa eine Verschiedenheit des Effects bewirken möchte. Die drei Reihen von Versuchen werde ich mit (1), (2) (3) bemerken. Zu Wirkungen, bei denen keine Zahl steht, gehörte nur ein Versuch. Alle gebrauchten Farbentinten werde ich, der Kürze wegen, mit den Buchstaben bezeichnen, die ich in meiner Farbentafel S. 17. ihnen beigefügt habe; dabei aber zugleich angeben, wie viel Grade die Farben, vermöge ihres Verhältnisses in der Farbentafel, auf der Scheibe einnehmen.

Zusammen hängende Farben.

Versuch 1. 2. 3. 4. Zwei Farben, *ab*, *ef*, *hi*, *lm*, welche auf der Scheibe 185 und 175 Grad einnahmen, gaben die mittlere Farbe.

Versuch 5. 6. 7. 8. Drei Farben, *abc, cde, ghi, klm*, von 127, 120, 113 Graden, gaben Violet, Blau, reines Gelb, Hellroth.

Versuch 9. 10. 11. 12. Vier Farben, *abcd, efgh, ghik, iklm*, von 98, 93, 87, 82 Graden, gaben Violet, Grün, Gelb, Orange.

Versuch 13. 14. 15. 16. Fünf Farben, von *a* bis *e*, von *d* bis *h*, von *e* bis *i*, von *h* bis *n*, welche auf die Scheibe 81, 76, 71,5, 67,5, 64 Grade einnehmen, gaben Indigo, Grün, Gelbgrün, Orange.

Versuch 17. 18. 19. Sechs Farben, von *a* bis *f*, von *d* bis *i*, von *g* bis *m*, von 69, 65, 61,5, 58, 55, 51,5 Graden, gaben (1) Indigo, Grün, Orange, und (2) Indigo, Grün, Hellorange.

Versuch 20. 21. 22. Sieben Farben, von *a* bis *g*, von *c* bis *i*, von *f* bis *m*, von 61, 57,5, 54, 51, 48, 45,5, 43 Graden, gaben (1) Blau, Grün, Gelb; (2) Blau, Grün, Lederfarbe.

Versuch 23. 24. 25. Acht Farben, von *a* bis *h*, von *e* bis *k*, von *e* bis *m*, von 54,5, 51,5, 48,5, 46, 43,5, 41, 38,5, 36,5 Graden, gaben (1) Weiss, etwas bläulich; Weiss, etwas grünlich; Weiss, etwas Lederfarbe; (2) Aschgrau, sehr lichtes Gelbgrün, lichte Lederfarbe, (3) lichtes Blau oder Aschgrau, sehr nahe Weiss, reines Gelb.

Versuch 26. 27. 28. Neun Farben, von *a* bis *i*, von *c* bis *l*, von *d* bis *m*, von 50, 47, 44,5, 42, 39,5, 37,5, 35, 33, 31,5 Graden, gaben (1) Weiss, etwas bläulich; Weiss, gelblich oder grünlich; Weiss, etwas Orange; (2) lichte Aschgrau, grünlich Weiss, Paille, (3) lichte Blau, Grün, sehr dünn Gelblichgrün.

Versuch 29. 30. 31. Zehn Farben, von *a* bis *k*, von *b* bis *l*, von *c* bis *m*, von 46, 43,5, 41, 39, 36,5, 34, 32,5, 31, 29, 27,5 Graden, gaben (1) Weiss, bläulich; Weiss, grünlich; gelblich Weiss; (2) Weiss, etwas

Afchgrau, grünlich Weiß, röthlich Weiß, (3) sehr lichte Grün, sehr lichte gelblich Grün, sehr lichte Gelb.

Versuch 32. 33. Elf Farben, von *a* bis *l*, von *b* bis *m*, von 43, 40,5, 38,5, 36, 34, 32, 30,5, 29, 27, 25,5, 24 Graden, gaben (1) und (2) Weiß, ein wenig afchgrau, Weiß, ein wenig gelblich; (3) Weiß, etwas grünlich oder bläulich, Weiß, ein wenig grünlich.

Versuch 34. Alle 12 Farben von *a* bis *m*, welche auf der Scheibe folgende Zahl von Graden, der Folge nach, einnahmen, 40,5, 38, 36, 34, 32, 30,5, 28,5, 27, 25,5, 24, 22,5, 21,5, gaben (1, 2, 3) reines Weiß.

Zwei getrennte Farben.

Versuch 35. 36. 37. 38. Die große Sekunde in der Musik *ac*, *eg*, *fh*, *km*, welche auf der Farbenscheibe 190,5, 169,5 Grade einnahmen, gaben die mittlere Farbe.

Versuch 39. 40. 41. 42. Die kleine Tertie: *ad*, *cf*, *fi*, *hl*, von 195,5, 164,5 Graden, gaben (1) Violet, Blau, lichte Grün, lichte Roth; (2) Violet, Afchgrau, Grünlichgelb, Orange.

Versuch 43. bis 50. Die große Tertie: *ae*, *bf*, *cg*, *dh*, *ei*, *fk*, *gl*, *hm*, von 201, 159 Graden, gaben (1) und (2) Violet, Afchgrau, Grün, Grün, grünlich Gelb, grünlich Gelb, Lederfarbe, Orange; und (3) Rosa, Afchgrau, lichte Blau, Grün, Grün, Gelb, gesättigt reines Gelb, Orange.

Versuch 51. bis 57. Die kleine Quarte: *af*, *bg*, *ch*, *di*, *ek*, *fl*, *gm*, von 206, 154 Graden. Hier war die erste Reihe größten Theils fehlerhaft aufgetragen, hingegen gab (2) Weiß, etwas Afchgrau; Weiß, etwas Afchgrau; Weiß, grünlich; sehr lichte Grün; Weiß, gelblich; lichte Gelbgrün, Braun; (3) lichte Blau, Grün, sehr schwach Grün, Grün, sehr lichte Gelb, Lederfarbe, Orange.

Versuch 58. bis 63. Die große Quarte: *ag, bh, ci, dk, el, fm*, von 211, 149 Graden, gaben (1) hell Aschgrau, Weiß, etwas Aschgrau, lichte Gelbgrün, Violet, Violet, Lederfarbe; (2) Weiß, etwas Aschgrau, Weiß, etwas Aschgrau, Weiß, grünlich, Weiß, grünlich, Rosa, Violet; (3) schwach Aschgrau, schwach Aschgrau, Paille, Weiß, etwas violet, sehr dünn Violet, lichte röthlich Violet oder lichte schmutzig Roth.

Versuch 64. bis 68. Die Quinte: *ah, bi, ck, dl, em*, von 216, 144 Graden, gaben (1) hell Lederfarbe, Lederfarbe, hell Violet, hell Violet, lichte Rosa; (2) Weiß, röthlich, Weiß gelblich, Weiß Violet, Violet, hell Violet; (3) Weiß, ein wenig Röthlich oder ein wenig Violet, bläulich Weiß, Weiß, etwas Violet, Violet, Violet.

Versuch 69. bis 72. Die kleine Sexte: *ai, bk, cl, dm*, von 221, 139 Graden, gaben röthlich Lederfarbe, lichte Roth, welches ins Gelbe fiel, röthlich Violet, lichte Violet.

Versuch 73. 74. 75. Die große Sexte: *ak, bl, cm*, von 226, 134 Graden, gaben lichte Roth, Violet, Violet.

Versuch 76. 77. Die kleine Septime: *al, bm*, von 230,5, 129,5 Graden, gaben röthlich Violet, Violet.

Versuch 78. Die große Septime *am*, von 235, 125 Graden, gab, röthlich Violet.

Um zu untersuchen, ob die zu große Ausbreitung einer Farbe, wenn, wie bisher, 2 Farben in einen großen Ring gebracht wurden, die Annäherung an Weiß befördern, oder nicht, wiederholte ich den 58. Versuch *ag*, — welcher (1) hell Aschgrau, (2) Weiß, etwas Aschgrau, (3) schwach Aschgrau gegeben hatte, — in einem so kleinen Ringe, daß jede Farbe denselben Raum, als bei allen 12 Farben, einnahm, und der Effect war ebenfalls schmutzig Weiß oder hell Aschgrau.

Woraus also erhellt, daß die grössere Ausbreitung der Farben zur Annäherung an Weiss nichts beiträgt.

Drei getrennte Farben, welche dieselbe Entfernung, als die musikalischen Accorde, von einander haben.

Um mit diesen 12 Farben, oder mit dieser einzigen Octave, alle Accorde angeben zu können, habe ich den Grundton bald unten, bald in die Mitte, bald oben setzen müssen.

Versuch 79. bis 83. aeh, bfi, cgh, dhl, eim, welche auf der Farbenscheibe 146, 116, 98 Grade einnahmen, gaben (1) Weiss, kaum merkbar röthlich; Weiss, etwas grünlich; Weiss, grünlich; Weiss, bläulich; Weiss, gelblich; (2) Weiss, etwas violet; Weiss, grünlich; Weiss, gelblich; Weiss, grünlich; Weiss, etwas lederfarben; (3) Paille; Paille, etwas lichter; Aschgrau, sehr dünne Roth; lichte Roth.

Versuch 84. 85. 86. afk, bgl, chm, von 153,5, 115, 91,5 Graden, gaben (1) Weiss, kaum merkbar röthlich; Weiss, grünlich; Weiss, kaum merkbar röthlich; (2) Weiss, etwas lederfarben; Weiss, röthlich; Weiss, röthlich; (3) lichte Violet; lichte gelblich Roth; lichte Roth.

Versuch 87. bis 90. adi, bek, efl, dgm, von 145,5, 122,5, 92 Graden, gaben (1) Weiss, etwas gelblich, Weiss, röthlich, Weiss, kaum merkbar bläulich, Weiss, grünlich; (2) Weiss, sehr wenig röthlich, Weiss, sehr nahe, Weiss, sehr wenig röthlich, sehr dünn Aschgrau; (3) sehr dünn Violet, sehr schwach röthlich Violet, sehr schwach Violet, dünn Aschgrau.

Versuch 91. bis 95. adh, bei, cfk, dgl, ehm, von 144, 121, 95 Graden, gaben Weiss, kaum merkbar röthlich; Weiss, gelblich; Weiss, grünlich; Weiss, grünlich; Weiss, röthlich; (2) gab ebenfalls durchgängig Weiss, mit folgender Beimischung: etwas violet, etwas bläulich, etwas grünlich, ein wenig schmutzig, etwas

lederfarben; (3) lichte Blau, sehr schwach Grün, lichte Grün, lichte Gelb, Paille.

Versuch 96. bis 99. afi, bgk, chl, dim, von 151,5, 113, 95,5 Graden, gaben bei 1 und 2 durchgängig ins Weisse fallende Effecte, jedoch waren sie (1) grünlich, bläulich, röthlich, gelblich, und (2) grünlich, grünlich, röthlich, röthlich, (3) Grün, reines Gelb, lichte grünlich Gelb, Aschgrau oder lichte Blau.

Versuch 100. 101. 102. aek, bfl, cgm, von 151, 119,5, 89,5 Graden, gaben bei (1 und 2) ebenfalls Weiss mit folgenden Beimischungen: (1) röthlich, bläulich, grünlich, (2) Weiss, sehr nahe; etwas Violet oder Rosa; etwas Lederfarben; (3) Weiss, ein wenig bläulich, lichte Blau, lichte Blau.

Vier bis sieben nur ein Mahl getrennte Farben.

Versuch 103. abc,m, welche auf der Farbenscheibe 107, 101, 95,5, 56,5 Grade einnahmen, gab (1, 3) Violet.

Versuch 104. ab,lm, von 118,5, 112, 66,5, 63 Graden, gab (1) Rosa, (3) sehr röthlich Violet.

Versuch 105. a,klm, von 134, 80, 75, 71 Graden, gab (1) Orange, (3) lichte Roth.

Versuch 106. abcd,m, von 85,5, 81, 76, 72, 45,5 Graden, gab (1) Violet, (3) lichte Violet.

Versuch 107. ab,klm, von 99,5, 93,5, 59, 55,5, 52,5 Graden, gab (1) Rosa, (3) lichte Roth.

Versuch 108. a,iklm, von 108,5, 68,5, 64,5, 61, 57,5 Graden, gab (1) gelblich Roth, (3) lichte Roth.

Versuch 109. abcde,m, von 72, 68, 64, 60,5, 57, 38,5 Graden, gab (1) hell Indigo, (3) Violet.

Versuch 110. abc,klm, von 80, 75, 71, 47,5, 44,5, 42 Graden, gab (1, 3) Rosa oder lichte Roth.

Versuch 111. a,hiklm, von 90, 60, 57, 54, 51, 48 Graden, gab (1) Orange, (3) röthlich Weiss.

Versuch 112. abcd ef m, von 62,5, 59, 56, 52,5, 50, 47, 33 Graden, gab (1) hell Indigo, (3) reines Blau.

Versuch 113. abc, iklm, von 70, 66, 62,5, 44, 41,5, 39, 37 Graden, gab (1, 3) Rosa.

Versuch 114. a, ghiklm, von 77, 54, 51,5, 48,5, 45,5, 43, 40,5 Graden, gab (1, 3) hell Orange.

5. Uebereinstimmung der mit Prismen und mit Pigmenten angestellten Versuche.

Von den Versuchen des Herrn W ü n s c h gab der erste lebhaft Gelb. Er ist bei mir *gl* Versuch 49., welcher (1 und 2) Lederfarbe und (3) gesättigt reines Gelb hervor brachte. Mein 56. Versuch *fl* giebt hingegen (2) lichte Gelbgrün, (3) Lederfarbe.

Herrn W ü n s c h's 2. 3. 4. und 5. Versuch gaben, wie bei mir *bf* oder *af* (44. 51. V.), wie *hm* (50. V.), wie *fi* (41. V.), und wie *ad* oder *ae* (39. 43. V.) die mittlern Farben.

Herrn W ü n s c h's 6. Versuch trifft mit meinem 74. und 77. Versuche überein, welche beide röthlich Violet gaben.

Herrn W ü n s c h's 7. Versuch enthielt 4 Folgerungen, welche in meinen Versuchen und nach meiner Bezeichnung waren, wie folgt: Der 62. V. *el*, gab Rosa oder sehr dünn Violet, und sollte Weiss geben; vermuthlich war das Roth nicht matt genug, denn dessen mattes Roth war durch Vermischung entstanden. Der 52. V., *bg*, gab Weiss, ein wenig Aschgrau, und sollte auch Weiss geben. Der

62. oder 68. Verf., *el* oder *em*, welche Rosa und hell Violet gaben, sind übereinstimmend, so wie es auch der 44. und 52. Verf. sind, wo *bf* und *bg* lichte Aschgrau gaben, welches die Stelle des lichte Blauen häufig vertritt.

Herrn Wünsch's 8. Versuch, welcher etwas grünlich Weiss gab, ist bei mir der 54. V., *di*, welcher sehr lichte Grün und Grün gab.

Da die meisten Versuche der zweiten Reihe des Hrn. Wünsch mehr als eine Farbenreihe erfordern, so habe ich sie besonders angestellt.

Versuch 115. 116. Der erste Versuch dieser zweiten Reihe, welcher vollkommen Weiss gab, ist nach meiner Bezeichnung entweder *ldd* oder *lee*, von 90, 135, 135, oder 94, 133, 133 Graden. Der erste gab sehr lichte Blau, der andere aber Weiss, welches einen grünlichen oder bläulichen Schimmer hatte.

Versuch 117. 118. Hrn. Wünsch's zweiter Versuch begreift eigentlich 2 Versuche in sich, welche vollkommen Weiss gaben. Der erste ist bei mir vielleicht der 92. Versuch, *ieh*, welcher (1, 2) Weiss, gelblich, grünlich oder bläulich, und (3) sehr schwach Grün gab. Der zweite Versuch ist nach meiner Bezeichnung entweder *idbb* oder *iebb*, von 67,5, 90,5, 101, 101 oder von 68,5, 86,5, 102,5, 102,5 Graden, welche Weiss, sehr wenig röthlich gaben.

Versuch 119. 120. Der dritte Versuch des Herrn Wünsch begreift ebenfalls 2 Versuche in sich, wovon der erstere bläss Rosa, der zweite Weiss gab. Der erste ist bei mir entweder *lfb* (101. V.), welcher nach (1) Weiss, etwas Violet oder Rosa, oder *lgb* (85. V.), welcher nach (1) ebenfalls Weiss, röthlich, gab. Der zweite ist bei mir entweder *lfd* oder *lgbd*, von 65, 87,

110, 98 oder 66, 83,5, 111,5, 99 Graden, welche Weifs, ein wenig bläulich oder ein wenig Aschgrau gaben.

Versuch 121. 122. Der vierte Versuch des Herrn Wünsch, welcher ein ganz weisses Licht gab, ist bei mir entweder *lffbb* oder *lggb*, von 51, 68,5, 68,5, 86, 86, oder 52, 66, 66, 88, 88 Graden. Sie gaben Weifs, oder Weifs, ein wenig bläulich.

Aus dieser Vergleichung erhellet, dafs meine Versuche mit denen des Hrn. Wünsch sehr nahe überein treffen; denn die Abweichung von Weifs war bei mir oft so geringe, dafs ich den farbigen Schimmer nur muthmafslich angeben konnte. Da nun das Weifs des Herrn Wünsch sich mitten unter glänzenden Farben befand, so war die auch bei ihm, wie ich glaube, Statt gefundene Färbung des Weissen, welche wegen der reinern Farben ohnehin geringer, als bei mir, seyn muste, von ihm wenig oder gar nicht zu bemerken. Es ist mir daher, wegen der Schwierigkeit, die hierbei Statt findet, wahrscheinlich, dafs das Weifs des Herrn Wünsch in diesem Falle ebenfalls nicht durchgängig ganz vollkommen rein war.

6. *Folgerungen aus obigen Versuchen.*

Die ansehnliche Menge meiner Versuche, deren Resultate ich hier den Naturforschern vorgelegt habe, setzt mich in den Stand, die Grenze anzugeben, wo die vermischten Farben anfangen, nicht mehr die mittlern Farben darzustellen. Es sey mir erlaubt, hierbei, der Kürze und Deutlich-

keit halber, die aus der Mischung entstandene neue Farbe den *Effect* zu nennen, um sie von den hierzu angewendeten Farben mit Einem Worte zu unterscheiden.

1. *Folgerung.* Der *Effect* mehrerer angrenzenden Farben, wenn sie nach meiner Eintheilung des Farbenbildes die Zahl 7 nicht überstiegen, ist die in ihrer Mitte liegende Farbe; welches aus meinen ersten 22 Versuchen erhellet.

2. *Folgerung.* Zwei getrennte Farben, welche nicht über die siebente Farbe hinaus gehen, oder zwischen welchen sich höchstens 5 Farben befinden, stellen vermischt eine Farbe dar, welche etwas außer dem Mittel gegen die rothe Seite fällt. Hier ist zugleich bemerkenswerth, daß die erste und sechste Farbe ihren *Effect* lichter, und die erste und siebente Farbe den *Effect* sehr lichte darstellen, so daß er sich in einigen Fällen dem Weißen nähert. Dieses beweisen meine Versuche von Nr. 35 bis 65, die 5 ersten Versuche des Hrn. Wü n s c h, und der 3. und 10. Versuch des Hrn. V o i g t.

3. *Folgerung.* Die *Effecte* zusammen gesetzter Farben, welche die Zahl 7 übersteigen, weichen vom Mittel bald nach Violet, bald nach Roth ab, so wie sie mehr oder weniger Farben von der einen oder der andern Seite enthalten, und erscheinen desto lichter, je größer die Anzahl der Farben ist, bis endlich alle 12 Farben vollkommen Weiß geben. Dieses erhellet aus den Versuchen 23. bis 34.

4. *Folgerung.* Wenn man sich die Farbenreihe so fortgesetzt denkt, daß unter Dunkelroth die beiden Violet, Indigo, Blau, u. s. w. folgen, und daß man von den unten hinzu gefügten Farben, an der Stelle der obersten gegebenen Farbe, die gleiche Farbe annimmt: so sind die Effecte zwei getrennter Farben, welche im prismatischen Farbenbilde die Zahl 7 übersteigen, die aber bei dieser Versetzung höchstens bis auf die fünfte Farbe von einander absteigen, die Mittel dieser Farben an dieser Stelle. Es fallen nämlich die Effecte *ah*, *ai*, *ak*, *al*, *am* zwischen *kl* in *l*, zwischen *lm* in *m*; die Effecte von *bi*, *bk*, *bl*, *bm* fallen zwischen *lm* in *m*, zwischen *am* in *a*, u. s. w. Dieses zeigen die Versuche 64. bis 78., der Versuch des Herrn Wülfch, wo aus brennend Roth und lebhaft Hochblau blaß Rosa entstanden war, und der neunte Versuch des Herrn Voigt.

Die in der ersten, zweiten und vierten Folgerung angegebenen Schlüsse bestätigen die Annahme eines unveränderlichen Gesetzes, nach welchem sich die Mischungen der prismatischen Farben richten müssen.

(Die Fortsetzung im folgenden Stücke.)

II.

U e b e r

die Kunst, zu schwimmen, und ob man unter dem Wasser sehen kann;

frei bearbeitet, nach mehrern englischen Aufsätzen,
von Gilbert.

1. *Aus einem anonymen Schreiben in Nicholson's Journal, Aug. 1806.*

Es hat mir immer merkwürdig geschienen, daß jedes Thier, welches ins tiefe Wasser gestossen wird, darin ohne Schwierigkeit schwimmt, indess der Mensch unter ähnlichen Umständen gewiß ertrinkt, hat er nicht zuvor gelernt, sich über dem Wasser zu erhalten. Ich habe mit mehreren unterrichteten Männern hierüber gesprochen, muß aber gestehen, daß ich noch von niemand etwas Genügendes darüber gehört habe. Einige meinten, die größere Regsamkeit des Geistes verhindere den Menschen, das Nöthige in einer so neuen und gefährlichen Lage vorzunehmen. Andere suchten den Grund in der großen Verschiedenheit des Gewohntens bei vierfüßigen Thieren und beim Menschen; erstere brauchten im Wasser nur ihre gewöhnliche Bewegung des Gehens vorzunehmen; der Mensch müsse sich dagegen in einer ungewohn-

ten Lage erhalten und ungewöhnliche Bewegungen machen, um zu schwimmen. Beide Bemerkungen scheinen mir nicht gegründet zu seyn. Der muthigste und entschlossenste Mann am Bord eines Schiffes findet in diesen Eigenschaften wenig Hülfe, wenn er allein, ohne Kenntniß, in dem Ocean kämpfen soll. Und obschon der Mensch bei unserer künstlichen Methode, zu schwimmen, (welche von dem Frosche entlehnt und den Methoden der Afiaten sehr unähnlich ist,) ganz andere Bewegungen, als beim Gehen am Lande, macht, so kann man doch nicht behaupten, daß er sinken würde, wenn er, nach dem Beispiele der vierfüßigen Thiere, seine gewöhnte Art, zu gehen, im Wasser ausübte. Dieser Gegenstand scheint mir des Nachdenkens werth zu seyn, da vielleicht das Leben manches Menschen erhalten werden könnte, bloß durch Verbreitung richtigerer Einsichten über die Kunst, zu schwimmen, die man, wie ich sehr glaube, für viel schwieriger hält, als sie ist, und die uns vielleicht eben so natürlich ist als den andern Thieren.

2. *Bemerkungen über das Schwimmen, von William Nicholson.*

— — Es scheint nicht allgemein bekannt zu seyn, daß fast ein einziger Versuch ausreicht, schwimmen zu lernen, und daß der Mensch des Vorzugs, den die übrigen Thiere in dieser Hinsicht haben, bloß wegen eines Umstandes entbehrt,

über den es ganz in seiner Macht steht, zu gebieten; so dafs, wenn ein Mensch, der in tiefes Wasser fällt, nur Besinnung und Entschlossenheit genug behält, eine einzige üble Gewohnheit zu vermeiden, er nicht mehr Unterricht, um sein Leben zu retten, bedarf, als ein Hund oder ein anderes Thier unter denselben Umständen.

Ich habe von dem, was über die Kunst, zu schwimmen geschrieben ist, gerade nichts bei der Hand, als einen Brief des Dr. Franklin. Franklin spricht in seiner eignen Lebensbeschreibung von sich, als von einem vollendeten Schwimmer. Er versichert, er habe einem jungen Manne, Namens Wygate, und andern seiner Freunde, in dem Laufe weniger Stunden schwimmen gelehrt, und habe in Ueberlegung gestanden, ob er nicht im Sommer 1726 in London eine Schwimm-Schule errichten wolle. Er beschreibt in dem erwähnten Briefe seine Methode, wie folgt.

„Suche einen Platz aus, wo das Wasser allmählich tiefer wird, und gehe so weit hinein, bis es dir an die Brust reicht. Dann kehre dich nach dem Ufer um, und werfe zwischen dir und dem Ufer in das Wasser ein Ey; es sinkt zu Boden, und du wirfst es leicht auf dem Grunde wahrnehmen, wenn das Wasser klar ist. Es mufs so tief liegen, dafs du es nicht, ohne unterzutauchen, mit der Hand erreichen kannst. Stärke dich nun durch die Vorstellung, dafs du, wenn du vorwärts kommst, vom tiefern in weniger tieferes Wasser gelangst, und

zu jeder Zeit nur die Füße auf den Boden aufzustellen brauchst, um den Kopf über das Wasser zu bringen. Tauche dann mit offenen Augen unter, werfe dich nach dem Eye zu, und bemühe dich, mit Händen und Füßen gegen das Wasser zu stoßen und dadurch vorwärts zu kommen, um das Ey zu erreichen. Bei diesem Bemühen wirst du finden, daß das Wasser dich gegen deinen Willen hebt, und daß es so leicht nicht ist, als du meinst, zu sinken, indem du nur durch Anwendung von Kraft zu dem Ey herunter kommen kannst. Auf diese Art überzeugst du dich, daß das Wasser Kraft hat, dich zu tragen, und lernst dieser Kraft vertrauen. Dabei wirst du durch das Bemühen, die hebende Kraft des Wassers zu überwältigen und das Ey zu erreichen, die Art lernen, wie du mit den Füßen und mit den Händen arbeiten mußt; und dieselben Bewegungen hast du nachmals beim Schwimmen zu machen, um deinen Kopf höher aus dem Wasser zu erhalten, oder durch das Wasser vorwärts zu kommen." — Franklin fügt noch einige Bemerkungen hinzu, über das natürliche Bestreben des menschlichen Körpers, im Wasser zu schwimmen, und ermahnt seinen Freund, es nicht darauf ankommen zu lassen, ob er im Falle wirklicher Gefahr Gegenwart des Geistes genug besitzen werde, um von den Regeln, die er ihm giebt, Nutzen zu ziehen, sondern lieber schwimmen zu lernen. Diese Bemerkungen sind im Wesentlichen folgende. *Erstens*, die Beine und der Kopf des Men-

schen sind specifisch schwerer als süßes Wasser, aber der eigentliche Leib (*truncus*) ist specifisch leichter, bloß wegen der mit Luft aufgeblasenen Lungen. *Zweitens*, der Kopf ist specifisch schwerer, die Beine aber und der Leib sind specifisch leichter als das Meerwasser *). *Drittens*, ein Mensch, der sich im Meerwasser auf den Rücken legt, bleibt so auf der Wasserfläche schwimmen, daß sein Gesicht frei genug vom Wasser ist, um mit Leichtigkeit athmen zu können. *Viertens*, in süßem Wasser sinken die Beine allmählich herunter, und der Körper schwimmt in aufrechter Stellung. Hält man den Kopf in seiner natürlichen Lage, so reicht dann die Oberfläche des Wassers bis über die Nasenlöcher, und vielleicht selbst noch etwas über die Augen herauf **). Legt man den Kopf ganz zurück, so bleiben Mund und Nase über dem Wasser, so daß man frei athmen kann, und der Körper steigt bei jedem Einathmen, und sinkt bei jedem Ausathmen ***).

Diese

*) Das Wasser des Oceans ist ungefähr $\frac{1}{10}$ specifisch schwerer als süßes Wasser.

Gilbert.

**) Ich habe immer gefunden, daß die Nasenlöcher unter und die Augen über dem Wasser waren; und ich glaube, daß darin bei verschiedenen Menschen keine große Verschiedenheit Statt findet.

N.

***) Ein Geistlicher zu Neapel, Orontio de Bernardi, der im J. 1794 auf königliche Kosten ein großes Werk über die Kunst, zu schwimmen, bekannt gemacht hat, (von dem wir durch Herrn Prof. Kries in Gotha eine deutsche Uebersetzung unter dem Titel besitzen; *Vollständiger Lehrbegriff der Schwimmkunst, auf neue Versuche über die* spe-

Diese Anweisung Franklin's hat mich sehr überrascht, was das Ei und die Vorschrift betrifft, daß man mit offenen Augen untertauchen soll; denn er scheint geglaubt zu haben, man könne,

specifische Schwere des menschlichen Körpers gegründet. 2 Thle. Weimar 1797, und das noch mehr Verdienst haben würde, wäre es minder weiterschweifig und in einem weniger prahlenden Tone geschrieben) — hatte bei dem Baden in der See bemerkt, daß sein Körper von selbst schwimme, und zwar, wie er behauptet, nur bis an die Schultern einsinke. Er wiegt, wie er angiebt, 250 neapol. [165 hamburg.] Pfund, und als er sich in einem Kübel voll Regenwasser, in welchem unmittelbar über dem Wasserniveau eine offene Röhre angebracht war, ganz eintauchen ließ, flossen 272 $\frac{3}{4}$ neapol. Pfund Regenwasser aus. Sein specifisches Gewicht würde also nur 0,902 betragen haben, wäre nicht, wie es sehr wahrscheinlich ist, zu viel Wasser bei diesem Versuche ausgeflossen, und hätte er nicht von dem Untertauchen vermuthlich die Lunge weit mehr mit Luft, als in dem gewöhnlichen Zustande, angeschwellt. Doch kannes ihm, nach seinem absoluten Gewichte und nach seiner Beschäftigung zu urtheilen, an einer ziemlichen Umhüllung von Fett nicht gefehlt haben. Er behauptet, durch unzählige Versuche mit andern sich überzeugt zu haben, daß bei allen Menschen dasselbe zutrifft, und hält das für eine ganz neue Entdeckung, von der höchsten Wichtigkeit. Daß der menschliche Körper specifisch leichter als Wasser sey, lehrte schon ein Jahrhundert früher, wie Bernhardi selbst anführt, Bo-relli zu Neapel in seinem berühmten Werke *de motu animalium*, und noch viel bestimmter, wie man sieht, Franklin. Beide kommen aber darin überein, daß nur ein kleiner Theil des Kopfes, den Nicholson noch genauer bestimmt, bei völliger Ruhe des Körpers über der Wasseroberfläche heraus ragt. Setzt Bernhardi seine von ihm bis zum Ueberdruß gerühmte Entdeckung darin, daß alle Menschen nur bis an die Schultern in das Wasser einsinken, so ist sie zuverlässig falsch. Leicht anzustellende genauere Versuche über das specifische Gewicht von Men-

nachdem man untergetaucht hat, das Ei sehen. Ich kenne mehrere glaubwürdige Männer, welche behaupten, daß sie Gegenstände sehen können, wenn sie sich unter Wasser befinden; Ausfagen dieser Art müssen wir indess unsern Glauben versagen, so lange wir davon überzeugt sind, daß zum deutlichen Sehen gehöre, daß die Lichtstrahlen, die von einem Punkte ausgehen, auf der Netzhaut in einen Punkt vereinigt werden, und daß ein sehr beträchtlicher Theil der Strahlenbrechung im Auge, an der convexen Oberfläche der Hornhaut, vor sich geht, wo der Strahl aus der Luft in diese Substanz eintritt *). Doch auch abgesehen von diesen optischen Gründen, kann jeder durch Versuche, die sich in einem Becken oder in einem Kübel leicht anstellen lassen, sich selbst davon über-

sehen verschiedenen Alters und Körperbaues, wären auch für die vergleichende Physiologie zu wünschen: wollen einige meiner Leser sich damit ergötzen, so erbitte ich mir von ihnen die Resultate derselben für diese Annalen.

Gilbert.

- *) Lichtstrahlen, welche aus Wasser in diese Substanz eintreten, leiden nämlich eine weit schwächere Brechung, als beim Uebergange aus der 770 Mahl dünnern Luft in das Auge Statt findet. Die von einem leuchtenden Punkte ausgehenden Strahlen, welche aus dem Wasser in das Auge treten, werden folglich, bei der gewöhnlichen Adjustirung des Auges, erst weit hinter der Netzhaut zusammen gebrochen werden, und es scheint also, nach diesen Gründen der Optik, es sey nicht möglich, unter Wasser anders deutlich zu sehen, als wenn man ein Glas zu Hülfe nimmt, das den Strahlen schon vor dem Auge eine convergirende Richtung giebt, das heist, eine stark convex geschliffene Glaslinse.

Gilbert.

zeugen, daß man im Wasser nicht deutlicher sieht, als durch ein Stück eines Federkiels oder durch mattes Glas.

In meinen Knabenjahren (1770) habe ich Gelegenheit gehabt, mich auf der Insel Johanna *) damit zu ergötzen, daß ich abwechselnd in einem tiefen Strome süßen Wassers, und im Meere schwamm. Beide Arten von Wasser waren an diesen Stellen sehr klar, und wurden durch eine Sandbank getrennt, über welche das süße Wasser in geringer Tiefe weg floß. Der Boden bestand an der Meeresseite aus großen gerollten Steinen. Da sich das Schiffboot am Ufer befand, um Wasser einzunehmen, so half ich die Fässer aus dem süßen Wasser in das Meer bringen, und hatte wegen der spitzen Steine meine Schuhe angezogen und zugeschnallt. Eine Schnalle ging auf und fiel zwischen die Steine; das Wasser war da ungefähr 5 Fufs tief, und ich sah sie sehr deutlich. Es schien nichts leichter zu seyn, als unterzutauchen, und sie heraus zu holen; dieses that ich wiederholt mit offenen Augen; aber nie konnte ich die Schnalle sehen, so bald ich den Kopf unter Wasser hatte; und obgleich ich mein Bemühen halsstarrig fortsetzte, um durch Umherfühlen unter dem Wasser auf meine Schnalle zu treffen, so mußte ich sie doch endlich im Stiche lassen.

Zahllose Beispiele, aus denen erhellt, daß das menschliche Auge unter Wasser nicht sehen

*) Sie liegt nordwestlich von Madagaskar.

Gilbert.

kann, würden mich ganz von diesem Gegenstande abgebracht haben, hätten nicht die oben erwähnten Behauptungen meine Aufmerksamkeit aufs neue darauf hingezogen, und mich zu einem directen Versuche veranlaßt. Viele Jahre nach jenem Vorfalle zu Johanna schwamm ich im Harlemer Meere: die Sonne war nahe am Untergehen, das Wetter heiter, und über dem festen Sandboden wurde das Wasser von der Küste ab allmählich tiefer. Ich ging in das Wasser bis auf eine Tiefe von etwas mehr als 3 Fuß, und setzte mich dort auf dem Sande nieder, mit dem Gesichte gegen die Sonne gekehrt. Mein ganzer Kopf war unter Wasser, und ich hielt die Augen auf. Das Wasser erschien mir hell erleuchtet, aber ich konnte kein Bild der Sonne unterscheiden. Ich hob den Arm auf, und hielt die Hand mit ausgebreiteten Fingern vor dem Auge. Näherte ich sie bis auf einen Fuß, so konnte ich die Hand, doch nur als einen unbestimmten Gegenstand, erkennen, die Zahl der Finger konnte ich aber selbst bei einem halben Fuß Abstand vom Auge nicht anders finden, als wenn ich die Hand vor dem Auge vorbei bewegte und zählte, wie oft es finsterner wurde. Alle andere Gegenstände zeigten sich zu verwirrt, um unterschieden oder erkannt zu werden. Es erhellet hieraus, daß alle die wunderbaren Geschichten von Tauchern, die in das Meer gesprungen seyn und kleine Gegenstände, wie Juwelen und Becher, wieder herauf geholt haben sollen, für Fabeln zu halten sind.

Doctor Franklin's Methode, das Schwimmen dadurch zu lernen, daß man gegen das Wasser ankämpft, um auf den Boden herunter zu kommen, ist mehr darauf berechnet, Muth, als Kenntnisse des Schwimmens zu verschaffen; aber allerdings braucht der, der den ersten erlangt hat, nur noch sehr wenig von den letztern, um ein Schwimmer zu werden. Ich habe indeß bemerkt, daß die Knaben, welche am kühnsten im Untertauchen sind ehe sie schwimmen können, mehrentheils später als die Knaben schwimmen lernen, welche auf die Art, die Arme und Füße zu bewegen, aufmerksamer sind. Ich habe einige Personen gekannt, die, nachdem sie, im Wasser bis über die Schultern stehend, die Methode, wie man mit den Armen stoßen muß, und eben so in seichtem Wasser, mit den Händen auf dem Boden sich stützend, die Art, wie man die Beine zu bewegen hat, einzeln gelernt hatten, bei dem ersten Versuche, den sie machten, beide Bewegungen mit einander zu verbinden, sehr gut schwammen.

Der Regeln, um nach meiner Methode gut, das heißt, leicht und ohne Ermüdung, zu schwimmen, sind nur wenige. Der Körper muß der Oberfläche so nahe, und der Kopf so niedrig liegen, als sich nur thun läßt. Die Kniee muß man weit aus einander halten, damit der schiefen Wirkung des einen Beins durch die des andern Beins das Widerspiel gehalten werde, statt daß sonst ihre vereinte Wirkung im Körper eine schwankende Be-

wegung erzeugt. Endlich muß die Geschwindigkeit, womit man den Stofs macht, viel gröfser seyn, als die, womit man die Beine zurück zieht. Im Gebrauche der Arme kann man nicht leicht irren, wenn man sie so bewegt, wie man das bei andern Schwimmern gesehen hat.

Auf dem Rücken zu schwimmen, ist so leicht, dafs ich es Personen, die ihren Körper nicht auf dem Wasser zu erhalten wußten, mehrmahls bei dem ersten Versuche gelehrt habe. Meine erste Sorge ging dahin, sie zu überzeugen, dafs sie sich darauf verlassen können, dafs, wenn der Körper horizontal auf dem Rücken im Wasser liegt, das Gesicht über dem Wasser bleibe, und nicht unterfinke. In dieser Lage liefs ich sie sich ruhig ohne alle Bewegung verhalten, bis sie alles Zittern und Zagen überwunden und Zutrauen gefafst haben. Dann erst liefs ich sie die Beine sanft an sich ziehen und schnell wieder ausstrecken, und dabei das Kinn nach der Brust bewegen, um zu verhindern, dafs das Wasser über das Gesicht fliefse. Wenn diese Anweisungen, die ich durch die Bewegungen selbst erläuterte, sich ihnen gehörig eingeprägt hatten, so half ich sie die horizontale Lage annehmen; und da in ihr die Wirkungen, wie ich sie angegeben hatte, erfolgten, so fanden meine Schüler, dafs sie schwimmen konnten, und vergafsen das in der Folge nicht wieder.

Der Nutzen und die Wichtigkeit der Kunst, zu schwimmen, wird die lange und vielleicht etwas

geschwätzig Erzählung meiner Versuche in ihr entschuldigen. Bei dem großen Interesse der Sache wird man mir gern die Erlaubniß geben, noch einen Fall zu erzählen, in welchem das Leben eines Menschen durch sehr einfache Anweisungen, welche man ihm in dem Augenblicke der größten Gefahr gab, gerettet wurde.

Das Schiff Worchefter ging im November 1770 zu Culpee im Ganges vor Anker. Einer von der Mannschaft, der vorn an dem Kabeltau etwas zu thun hatte (ich glaube, das Ankertau aus einander zu wirren), gleitete aus und fiel in das Wasser, das hier sicher mit einer Geschwindigkeit von 7 bis 8 Knoten (oder englischen Seemeilen) in der Stunde strömt. Es wurde Lärm gemacht; die meisten, die sich auf dem Verdecke befanden, eilten auf das Hintertheil, und wir sahen den Kopf des Matrosen zum Wasser heraus ragen. Er streckte zugleich beide Hände heraus; nachdem er einige Sekunden lang geplätschert hatte, sank er unter. Bald darauf kam er zum zweiten Mahle zum Vorschein, und in dem Augenblicke rief der kommandirende Officier durch sein Hand-Sprachrohr ihm zu: „Halte deine Hände unter dem Wasser.“ Er that das, und blieb nun eine lange Zeit über dem Wasser, während man eins der Boote, die auf dem Hintertheile standen, herab liefs und bemannte; welches etwas lange währte, da man wegen zu großer Eile die Ruder in das Boot zu legen vergessen hatte. Da der Matrose mit je-

dem Augenblicke weiter vom Schiffe weggeführt wurde, so wuchs wahrscheinlich seine Furcht, und er vergaß darüber seine neu erlernte Kunst; denn er streckte die Hände wieder heraus und schlug damit auf dem Wasser. Er sank nun wieder unter, tauchte aber gleich darauf wieder hervor und gehorchte eine kurze Zeit lang der Anweisung, die ihm unausgesetzt auf dieselbe Art durch das Sprachrohr zugeschrieen wurde. So oft er von ihr abwich, sank er unter, und so war er wenigstens fünf Mal verschwunden, und so weit fortgeführt worden, daß das Sprachrohr ihn nicht mehr erreichte, als das Boot ihn aufnahm. Sein Befinden hatte indess dabei nicht gelitten, denn beim Zurückrudern nach dem Schiffe nahm er ein Ruder und half rudern.

Die Umstände bei diesem Vorfalle zeigen deutlich, woher es kommt, daß Menschen in derselben Lage ertrinken, in welcher die Thiere schwimmen, und warum es nichts Seltenes ist, daß junge Kinder wohl erhalten aus dem Wasser gezogen werden, nachdem sie eine bedeutende Zeit lang darin geschwommen haben. Es ist dem Menschen natürlich, seine Hand aus dem Wasser zu heben, um etwas, das ihn retten könne, zu greifen. Dadurch vermehrt er das Gewicht der Theile seines Körpers, die kein Wasser aus der Stelle drücken, und macht, daß der Kopf untersinkt. Die andern Thiere dagegen (einige wenige mit kurzen Armen und kraftvollen Beinen ausgenommen) sind nicht gewohnt,

zu greifen; sie nehmen über dies bei ihrem gewöhnlichen Gange die nach vorn geneigte Lage an, welche sehr geeignet ist, Fortschritte im Schwimmen zu machen. Kinder, deren Arme noch kurz, und die noch nicht gewohnt sind, zu fassen oder zu greifen, sind seltener als erwachsene Menschen, dadurch, daß sie die Hand heraus strecken, selbst die Ursache, daß sie ertrinken.

Ich schliesse mit den praktischen Resultaten, welche hieraus folgen. Wenn ein Mensch in tiefes Wasser fällt, so steigt er, weil sein Körper vom Wasser gehoben wird, wieder zur Oberfläche herauf, und bleibt dort, wenn er nicht die Hände heraus streckt. Wenn er *unter dem Wasser* seine Hände bewegt, auf welche Art es sey, so steigt sein Kopf so hoch aus dem Wasser heraus, daß er frei athmen kann; und wenn er seine Beine in Bewegung setzt, so, wie beim Gehen, oder vielmehr wie bei dem Ansteigen einer Treppe, so treten selbst die Schultern aus dem Wasser, so daß er dann die Hände weniger zu bewegen braucht, oder sie zu etwas anderem brauchen kann. Ich habe gar keinen Zweifel, daß jeder, der diese einfachen Regeln befolgt, eben so gut schwimmen wird, als der Matrose, der am Worchester über Bord fiel; und wer einmahl die Geschicklichkeit erlangt hat, sich über dem Wasser zu erhalten, wird auch seine Lage und die Art der Bewegung leicht verändern können.

3. *Aus einem Schreiben an Hrn. Nicholson.*

London Institution, 22. Aug. 1806.

Ihr Journal von diesem Monath liegt so eben vor mir. Ihre Abhandlung vom Schwimmen, und Ihre Bemerkungen über das, was Franklin davon geschrieben hat, setzen mich in der That in Verwunderung. — — Ich muß glauben, daß Sie und Dr. Franklin Schwimmer sind; nach Ihrem eigenen Geständnisse können Sie aber kein geschickter Taucher seyn; wenigstens waren Sie es nicht zu der Zeit, als Sie umsonst Ihre silberne Schuh-schnalle aus vier Fufs tiefem Wasser heraus zu holen suchten.

Ich glaube, daß oft sehr gelehrte und wissenschaftliche Männer in ihrem Studium auf theoretische Einbildungen gerathen, auf welche sie fortbauen, wenn diesen gleich die feste Grundlage fehlt, welche sie bei ihrer Kenntniß leicht würden entdeckt haben, wenn sie diese nur zu Rathe gezogen hätten. Ich weiß wohl, daß ich auf Nachsicht rechnen muß, wenn ich von einem so kenntnißreichen und geschickten Manne abweiche, als Sie sind; und wäre es eine theoretische Sache, die vor das Auge des Geistes gehört, so würde ich, wenn ich sie anders als Sie sähe, dieses meiner geistigen Augenschwäche zuschreiben, und nicht daran denken, meine Meinung der Ihrigen entgegen zu setzen. Aber in diesem Falle, wo es vom Sehen unter Wasser die Rede ist, muß ich glauben, daß eine wesentliche Verschiedenheit in der Bil-

ding Ihrer Kryfalllinse und der meinigen, oder in dem Wasser, in welchem Sie untergetaucht haben, von dem gewöhnlichen Statt findet. Denn ich habe häufig nicht bloß in Indien, sondern auch nicht weiter von hier, als zu Eaton, in der Themse, in 6 bis 10 Fuß Tiefe untergetaucht, um Sachen, die man zu dem Ende in das Wasser geworfen hatte, vom Boden wieder herauf zu holen, und das habe ich mit Erfolg gethan. Und da meine Schulkameraden dasselbe thaten, so kann ich nicht glauben, daß die Eigenschaft, unter Wasser zu sehen, mir allein zukommt. Ich war nie ein großer Freund von vielem Tauchen, und habe es daher in den letzten Jahren nicht mehr geübt, zweifle aber nicht, daß ich noch dasselbe leisten würde, wenn ich es versuchen wollte. — — —

— — *Ein Taucher.*

4. Antwort von William Nicholson.

Die beste Antwort auf das vorher gehende Schreiben wird die folgende Erzählung einiger neuen Versuche seyn, die ich so eben in Gesellschaft zweier meiner Freunde angestellt habe.

Wir nahmen weder orientalisches noch batavisches Wasser, sondern Wasser aus dem ehrwürdigen Strome, in welchem ehemahls mein Correspondent und seine Mitschüler ihr Gesicht mit so gutem Erfolge geübt haben. Damit füllten wir ein 2 Fuß hohes und 1 Fuß weites cylindrisches Glas,

das auf weißem Papiere stand. Wir legten in das Wasser zwei viereckig gefägte Stücke Blei, von denen das eine $1\frac{1}{2}$, das andere $\frac{1}{2}$ Zoll Seite hatte. Beide sah man sehr deutlich, wenn das Auge über dem Wasser gehalten wurde; keiner von uns konnte sie dagegen gewahr werden, wenn wir mit dem Gesichte unter Wasser nach ihnen hinblickten. Das größere Stück gab einen dunklen, nebligen, höchst schwachen Schein, den wir schwerlich wahrgenommen haben würden, wäre unsere Aufmerksamkeit nicht auf die bekannte Stelle desselben gerichtet gewesen. Das kleinere Stück veränderte den Schein des weißen Bodens auf keine wahrzunehmende Art.

Es wurde nun ein viereckiges Stück Kork an einem gebogenen Stabe befestigt, und in verschiedene Tiefen untergetaucht. Am Boden des Glases war er dem eingetauchten Auge völlig unsichtbar. Ich konnte aber erkennen, daß es viereckig war, wenn es sich 6 Zoll von meinem Auge befand; die andern mußten es zu dem Ende dem Auge noch näher bringen.

Wir machten auch den Versuch mit einer Schnalle und mit einem Ei. Die erste konnte nicht gesehen werden, und das Ei erschien auf schwarzem Boden so neblig, verworren und unbestimmt, daß wir nicht glauben konnten, daß es ein Taucher auf dem Boden würde haben mit den Augen erkennen können.

Wir brachten verschiedene convexe Linfen vor das Auge, unter dem Wasser, damit sie die zu wenig gebrochenen Strahlen auf die Netzhaut vereinigen möchten *). Eine doppelt convexe Linse aus Krytallglas, von einem halben Zoll Brennweite in der Luft (aber von 2 Zoll Brennweite unter Wasser), entsprach dieser Absicht, wenn sie dicht vor eins der untergetauchten Augen gehalten wurde, während das andere Auge geschlossen blieb. Mittelfst ihrer sahen wir die Gegenstände, die im Wasser am Boden lagen, deutlich; ich erkannte bestimmt die Schnitte der Säge im Bleie, kleine Körperchen, die an der Schale des Eies hingen, und eine Luftblase von $\frac{1}{20}$ Zoll Durchmesser, die an der Schnalle haftete.

Wir alle machten die Bemerkung, dafs, wenn das Auge eine oder zwei Sekunden lang im Wasser gewesen war, die Erscheinungen unter dem Wasser dem unbewaffneten Auge noch undeutlicher wurden, als sie es gleich Anfangs waren; wovon ich den Grund nicht anzugeben weifs.

Durch diese Thatfachen, und durch die optischen Gründe, scheint es völlig ausgemacht zu seyn, dafs der Mensch, und wahrscheinlich alle nicht im Wasser lebenden Thiere, unfähig sind, ihr Auge so zu verändern, dafs sie, wenn das Auge sich unter Wasser befindet, Gegenstände in einiger Entfernung auch nur einiger Massen deutlich erkennen können. — — Sollte vielleicht eine Wie-

*) Vergl. oben S. 34. Anm.

derholung dieser Versuche mit mehrern Menschen uns belehren, daß einige Menschen diese Fähigkeit wenigstens in dem Grade besitzen, daß sie unter Wasser undeutlich sehen können? Ich gestehe, daß ich für diese Meinung nicht bin.

Seit meinem vorigen Aufsatze ist mir noch ein anderes Beispiel bekannt geworden, daß ein Mann, der nie versucht hatte, zu schwimmen, von einer Barke in die Themse fiel, und sich dadurch, daß er mit den Händen abwechselnd herabwärts schlug, eine beträchtliche Zeit über dem Wasser erhielt, bis ein Boot, nach dem er mit lauter Stimme rief, ihm zu Hülfe kommen konnte.

5. *Zweites Schreiben des vorigen Correspondenten.*

London Institution, 17. Sept. 1806.

Ich muß Ihnen zuvörderst meinen Dank für die aufrichtige Art sagen, mit der Sie die Einwürfe geprüft haben, die ich gegen einige Behauptungen gemacht hatte, welche in Ihrem Aufsatze vom Schwimmen vorkommen. Die Versuche, welche Sie und zwei Ihrer Freunde angestellt haben, veranlaßten auch mich zu Versuchen, die ich Ihnen hier mittheilen will. Sie werden, wie ich glaube, Ihnen jeden Zweifel benehmen, der über diesen Gegenstand herrschen kann. — — Es trifft sich, daß ich kurzsichtig bin, und ich halte die Zeitungen den Augen näher, als andere. — — Wir

wissen, daß die Kry stall - Feuchtigkeit in den Augen der Fische beinahe kugelförmig ist; unstreitig aus dem Grunde, daß sie im Wasser deutlich sehen sollen *). — —

Ich befuhr die Themse in einem Boote, mit zwei Freunden, etwas oberhalb Richmond, und wir hatten einen gebornen Afrikaner bei uns, der den Versuch vor unsern Augen anstellen sollte. Von zwei Eiern hatte ich das eine mit Flecken rothen Siegelacks versehen; auch nahm ich ein angestrichenes, 4 Zoll langes Stück Holz mit, das mit Blei ausgegossen war. Ich warf zuerst das gefleckte Ei in 8 bis 9 Fufs tiefes Wasser, das so wenig hell war, daß wir das Ei vom Boote aus nicht im Grunde erkennen konnten. Unser Taucher brachte es sogleich bei dem ersten Versuche mit heraus. Nun warf ich beide Eier hinein, und verlangte, er solle bloß das ganz weiße heraus holen; auch dieses that er sogleich, obgleich er das gesprenkelte Ei dicht neben dem andern am Boden hatte liegen sehen. Ich warf darauf das Holz in das Weite; und unser Taucher brachte das Holz in der einen, das Ei in der andern Hand heraus. Diese Versuche überzeugten uns vollkommen, und da der Wind Nordost war, so verlangten wir von unserm Taucher nicht mehrere.

Ich gestehe, daß ich nicht mit unserm afrikanischen Freunde mich auf den Vertrag einlassen

*) In der Luft können sie also wahrscheinlich eben so wenig, als wir im Wasser, sehen,

möchte, so viele einzelne Guineen in Wasser von dieser Tiefe zu werfen, als er heraus holen würde (voraus gesetzt, daß der Boden frei von Meergras und von Schlamm sey), obgleich er mir für jede, die er nicht finden würde, zwei geben wollte.

Es würde mir ein Vergnügen seyn, diese und andere Versuche, welche Sie verlangen möchten, in Ihrer und Ihrer Freunde Gegenwart zu wiederholen.

Aus respectablen Autoren liessen sich viele ähnliche Zeugnisse von den Perlenfischern anführen. Daß Taucher diejenige besondere Art von Klippen-Muscheln, welche die Perlen erzeugen, mit herauf bringen, ist eine ganz gewisse Thatfache, obschon Sie, von einer falschen Hypothese verführt, diese Erzählungen als Fabeln verwerfen.

Ich habe von Ihrem Charakter eine so gute Meinung, daß ich überzeugt bin, Sie werden, wenn Sie sich in Ihrer Behauptung geirrt haben, dieses zu gestehen, keinen Anstand nehmen, und damit die Aussage des weisen Salomo bewähren: „Gieb einem weisen Manne dazu Gelegenheit, und er wird weiser werden.“

— — *Ein Taucher.*

6. Antwortschreiben Nicholson's.

— — Ich billige es sehr, daß wir unsern Streit durch unmittelbare Beziehung auf Thatfachen

chen führen, und ziehe aus ihm die folgenden Schlüsse:

Ich gebe es zu, daß alle meine Bemerkungen über Franklin's Voraussetzung, man könne unter Wasser sehen, sich auf meine eigene Erfahrung gründen, nach denen, bei mir, das Gegentheil Statt findet; und mein Irrthum scheint von derselben Art, als der meines fähigen Gegners, zu seyn. Ich irrte darin, daß ich einen allgemeinen Schluß aus einer besondern Thatfache zog, indem ich folgerte: *niemand könne unter Wasser sehen oder Gegenstände unterscheiden.* Er schloß aus seinen eigenen Beobachtungen, ich sey durch eine falsche Hypothese in Irrthum geführt worden, und scheint zu glauben, *jedermann könne unter Wasser sehen.*

Unser Streit, glaube ich, giebt uns beiden Ursache, nachzuforschen, ob es nicht unter Menschen, welche in der Luft Gegenstände in allen Entfernungen hinlänglich deutlich sehen können, manche giebt, die, gleich mir, unter Wasser gar nichts unterscheiden können; und wieder andere, die, gleich meinem Correspondenten, im Wasser beinahe so gut als außer dem Wasser sehen können? Das erste kann auf jeden Fall für den nicht mehr in Rede stehen, welcher findet, daß er im Wasser nichts mehr erkennen kann.

— Als ich jung war, sah ich Gegenstände deutlich 4 Zoll weit vom Auge; jetzt sehe ich in einer geringern Entfernung als 12 Zoll undeut-

lich, obgleich ich für Gegenstände, die weiter als 4 Fuß vom Auge ab liegen, noch immer kurzichtig bin. Da die Krümmung und Dichtigkeit der Hornhaut im menschlichen Auge verschieden seyn kann, bei verschiedenen, so will ich diesen Gegenstand nicht nach den genauen Gesetzen der Optik untersuchen, sondern nur noch bemerken, daß ich damahls durch Veränderung des Organs dasselbe bewirkte, wozu ich jetzt eine Linse von 4 Zoll Brennweite zu Hülfe nehmen muß, und daß ich nicht glaube, daß ich damahls bei 2 Zoll Entfernung in der Luft deutlich sehen konnte, so wenig als das andere können. Dieses scheint aber bei einem Auge, wie dem meinigen, nöthig zu seyn, wenn es unter dem Wasser sehen soll.

Ein Theil der Strahlenbrechung geht an der vordern Oberfläche der Hornhaut vor sich, den übrigen bewirkt die innere Structur des Auges. In einigen Augen kann vielleicht die Hornhaut, in andern die innere Structur, den größten Antheil daran haben. Beide Arten von Augen können vielleicht gleich gut sehen; beim Untertauchen im Wasser würden beide aber nicht auf gleiche Weise afficirt werden. Das erstere würde im Wasser die geringste Deutlichkeit geben; das letztere könnte dagegen unter Wasser vielleicht deutlich sehen, indem es sich auf eine Art veränderte, die innerhalb der Grenzen seiner gewöhnlichen Ajustirung lägen. Ist wohl die Krümmung der Hornhaut bei verschiedenen Menschen, die gut sehen, ver-

schieden genug, daß man diese Auflösung der Schwierigkeit zulassen kann? Darüber müssen Beobachtungen Auskunft geben.

Mein Correspondent erbiethet sich, seine Versuche in meiner Gegenwart zu wiederholen. Mit Vergnügen nehme ich sein gütiges Anerbieten an, und würde mich freuen, wenn sein Freund aus Afrika, bei dieser Gelegenheit in mein Cylinder-Glas hinein sehen wollte.

7. *Thatfachen und Bemerkungen, das Sehen unter Wasser und die Schwimmkunst betreffend; aus einem Briefe von James Horsburgh, Esq.*

Walworth, 6. Nov. 1806.

— — Folgende Thatfachen sind Resultate meiner eigenen Beobachtungen.

In hohen Breiten ist die See selten durchsichtig; aber innerhalb der Wendekreise und nahe am Aequator sieht man häufig bei einer Meerestiefe von 15 bis 20 Klaftern den Meeresboden, wenn er aus vielfarbigen Korallen oder aus weißem Sande, vermengt mit Korallen, besteht. In verschiedenen Theilen der indischen Meere unterscheidet man den Grund selbst in noch größern Tiefen. Bei *Mindora* habe ich die gefleckten Korallen am Grunde erkannt, da, wo das Wasser 25 Klafter tief war, und bin häufig an den Rändern der Korallen-Klippen zu Schiffe gegangen, wo ich den Meeresboden in Tiefen von 10 bis 12 Klaftern sehen konnte.

Das Schwimmen ist immer mein Lieblingsvergnügen gewesen. Zu *Madras*, wo die Brandung so hoch ist, daß die Boote der Schiffe nicht landen können, hatte ich ein Mal die Unvorsichtigkeit, zu meiner Belustigung durch die Brandung nach der Küste zu schwimmen, und durch sie nach einem Boote, das außerhalb derselben vor Anker lag, zurück zu kehren. Dieses kostete mir aber beinahe das Leben, da ich so oft untertauchen mußte, um den mächtigen Wellen in der Brandung auszuweichen. Immer bemerkte ich, daß, wenn der Boden klar war, und ich einen Gegenstand auf demselben, als sich mein Kopf über dem Wasser befand, gesehen hatte, ich ihn noch eben so gut wahrnahm, wenn sich mein Kopf unter dem Wasser befand. Bei der Insel *Diego Garcia*, wo das Wasser im Hafen und an andern Orten sehr durchsichtig ist, habe ich häufig, wenn ich unter dem Wasser schwamm, Fische in verschiedener Richtung vor mir vorbei schießen sehen, und erkannte alles, was sich am Boden befand. Die Beine und Füße von Menschen, die 18 bis 24 Fufs von mir standen, habe ich in klarem Wasser, wenn ich den Kopf untergetaucht hatte, immer gesehen, und nach Belieben ohne Mühe ergriffen, wenn ich unter Wasser mit offenen Augen zu ihnen hinschwamm.

Ich habe immer geglaubt, alle Menschen könnten unter Wasser sehen, wären sie nicht zu furchtsam, um die Augen zu öffnen, wenn sie sich unter

Wasser befinden; doch muß ich bemerken, daß ich mit Personen in Gesellschaft gewesen bin, die schwimmen könnten, aber nicht dahin zu bringen waren, die Augen unter dem Wasser zu öffnen, und versicherten, sie könnten das nicht, ungeachtet sie sich Mühe gäben. Diejenigen, welche, wenn sie untergetaucht hatten, ihre Augen ohne Schwierigkeit öffnen konnten, versicherten immer, daß sie unter Wasser die Gegenstände sähen. Das Sehen im Wasser ist wahrscheinlich auf Gegenstände beschränkt, die sich in diesem Elemente befinden, denn nie habe ich Gegenstände, die sich außerhalb des Wassers befanden, wie die Sonne, Wolken u. dgl. m., erkennen können; immer nur sah ich, wenn ich in die Höhe blickte, eine verworrene Helligkeit.

Es ist wahrscheinlich, daß die mehresten Kinder im Wasser nicht untergehen. Ich sah einmahl ein Kind von 10 oder 12 Monathen aus einem Boote ins Wasser fallen; die Mutter sprang nach und holte es wieder, ohne daß es, dem Anscheine nach, Schaden gelitten hatte. Diejenigen Chinesen, welche auf Booten leben, trauen es indess den Kindern nicht zu, daß sie von Natur über Wasser bleiben; sie binden ihnen Kürbisse an die Schultern, damit sie schwimmen, wenn sie in das Wasser fallen sollten. Diese Vorsicht scheint in China sehr wohl gethan zu seyn, da das Wasser in den dortigen Strömen und Kanälen sehr weicher Art ist.

Menschen, die nicht schwimmen können, und in das Wasser fallen, sind gewiss häufig, wie Sie bemerken, selbst daran Schuld, daß sie ertrinken, indem sie die Hände aus dem Wasser hervor strecken. Denn ein Mensch, der seine Hände unter dem Wasser hält, und mit ihnen eine mäßige Bewegung macht, kann nicht untersinken. Doch kann ich nicht umhin, zu bemerken, daß Dr. Franklin's Angaben des relativen Gewichts des menschlichen Körpers in Salzwasser und in frischem Wasser Einwendungen ausgesetzt ist, wenn sie unbestimmt von allen gelten sollen, da höchst wahrscheinlich das specifische Gewicht der Menschen ziemlich verschieden ist. Für diese Meinung scheinen die folgenden Thatfachen zu sprechen.

Vor mehrern Jahren, als ich mich zu Bombay in Hindostan befand, pflegte ich mich mit zweien meiner Freunde nach der See zu verfügen, um uns dort mit Schwimmen zu ergötzen. Meine beiden Begleiter konnten schwimmen, keiner von ihnen hatte aber noch versucht, ob sein Körper über Wasser bliebe, wenn er sich ganz ruhig verhielte. Ich ersuchte sie, als sie auf dem Rücken schwammen, zu versuchen, ohne alle Bewegung mit Händen und Füßen zu bleiben. Der beste Schwimmer von beiden konnte nicht über Wasser bleiben, wenn er nicht die Hände oder Füße ein wenig bewegte, ungeachtet er den Versuch mehrere Tage hinter einander wiederholte; lag er ganz still, so sank sein Kopf allmählich unter, bis er ganz unter Was-

fer war; er war von kleiner Statur, aber kraftvoll und athletisch. Mein anderer Begleiter war mager und von feiner und schwächlicher Constitution; gleich beim ersten Versuche schwamm er, ohne Hände oder Füße zu bewegen, im Wasser, wie ein Stück Kork. Seine Zehen, ein Theil der Füße, die Kniee und ein Theil der Schultern und des Kopfes blieben über dem Wasserspiegel, wenn er kein Glied bewegte, während der andere kräftige Mann in keiner Lage über Wasser blieb, wenn er nicht die Hände oder Füße ein wenig bewegte. Offenbar war also die specifische Schwere dieser beiden Männer sehr verschiede...

Was mich selbst betrifft, so habe ich mich oft, wenn die Sonne von Wolken bedeckt war, oder sonst nicht zu sehr brannte, damit vergnügt, eine lange Zeit im Wasser, ohne alle Bewegung, auf dem Rücken zu liegen, manchmal, wenn die See ganz still und eben war, wohl eine halbe Stunde lang, und länger. Gewöhnlich stellte sich dann eine starke Neigung, zu schlafen, ein, und nur die Furcht, die mir dieses einflößte, ich möchte die Ergötzung zu lange fortgesetzt haben, trieb mich an, mich wieder zu bewegen. Wenn ich so auf dem Meerwasser schwamm *), habe ich häufig Beobachtungen über den Einfluß der Lage der Arme auf die Stellung des Körpers angestellt, und dabei Folgendes wahrgenommen.

*) Bei meiner Bearbeitung der hier zusammen gestellten Aufsätze ist mir eine eigenthümliche Armuth unserer sonst so

Erstens. Legte ich die Arme kreuzweise auf die Brust, während mein Körper in horizontaler Lage, das Gesicht aufwärts gekehrt, schwamm, so sanken die Füße und Beine sehr bald herab, bis der Körper beinahe in eine senkrechte Lage gekommen war; dabei senkte sich der Kopf häufig so tief ein, daß die Nase unter die Oberfläche des Wassers kam; das Gesicht hob sich aber schnell wieder über das Wasser hervor und nahm seine vorige Lage an, wenn ich gleich kein Glied rührte. Der Körper drehte sich manchemal, wenn die Füße tief unter die Oberfläche sanken, halb herum, kam aber sehr bald wieder zu der Lage zurück, die, wenn er von selbst schwimmt, die natürlichste ist, nämlich den Rücken zu unterst, während zu gleicher Zeit die Füße und die Beine zur Oberfläche wieder herauf stiegen, in ihre erste Lage. Wenn ich die Hände kreuzweise auf der Brust liegen hatte, ohne ein Glied zu rühren, so erfolgten solcher Drehungen viele während einer Viertelstunde.

Zweitens. Legte ich die Arme ausgestreckt an beiden Seiten dicht an den Leib, über den Bauch oder unter den Rücken, so war der Kör-

reichen Muttersprache, in Beziehung auf das Schwimmen, beschwerlich geworden; eine Armuth, welche vielleicht darauf hinzeigt, daß unsere Stammväter ursprünglich im Innlande, wo es weder Meer, noch Seen, noch tiefe Ströme gab, einheimisch waren. Wofür die Franzosen zwei Worte besitzen, *flotter* und *nager*, und eben so die aus dem Deutschen und Französischen entstandene englische Sprache: *to float* und *to swim*, — dafür haben wir

per denselben eben erwähnten Drehungen unterworfen.

Drittens. Streckte ich die Arme in senkrechter Richtung vom Körper abwärts, so verhinderten sie immer dieses Umwälzen, indem sie gegen das Wasser als Flossfedern wirkten, und den ruhig schwimmenden Körper in seiner natürlichen Lage erhielten. Die Füße sanken aber auch in diesem Falle manchemal tief unter die Oberfläche, stiegen aber bald wieder zu ihr herauf.

Viertens. Um den Körper horizontal im Gleichgewichte zu erhalten, hatte ich die Arme rückwärts über den Kopf heraus gestreckt, so daß die geöffneten Hände auf der Oberfläche des Wassers lagen. Beine und Füße blieben nun immerfort dicht unter der Oberfläche, und mehrentheils ragten die Zehen über sie heraus. Als ich die Arme allmählich in die senkrechte Richtung gegen den Körper herum drehte, so fingen die Füße an, zu sinken, so bald ich aber die Arme wieder mehr rückwärts drehte, erschienen die Zehen und ein Theil des Fusses wieder über Wasser, und die Brust und die Kniee dicht unter der Wasseroberfläche. Ist das Wasser nicht zu kalt und die See ruhig, so

nur das einzige Wort *Schwimmen*, und wir bezeichnen damit, ohne Unterschied, so wohl die Eigenschaft des Holzes, das an sich über der Wasseroberfläche bleibt, als die Kunst des Menschen, sich durch künstliche Bewegungen in hinlänglicher Höhe über dem Wasser zu erhalten, und sich darauf nach Willkür fort zu bewegen. Hier und in dem nächst Folgenden ist von dem *flotten* des menschlichen Körpers bei verschiedener Lage der Arme die Rede.

Gilbert.

würde man in dieser Lage schwimmend schlafen können.

Um von dem außerordentlichen Drucke, den das Wasser aufwärts ausübt, und wie willig die See den menschlichen Körper trägt, wenn sie eben und ohne Brandungen ist, sich einen recht anschaulichen Begriff zu machen, muß man auf und unter Wasser geschwommen haben. Ich bin einmahl zur Luft ganz angezogen in die See, bis da, wo sie tief wurde, hinein gegangen, und habe mir dann, schwimmend auf dem Wasser, in den dazu bequemsten Lagen, den Rock und die Weste ausgezogen, die Beinkleider an den Knien aufgeknöpft, und sie und die Strümpfe ausgezogen, welches alles eben so leicht ging, als hätte ich auf dem Lande gestanden. Zuletzt nahm ich das Bündel auf und schwamm damit an die Küste.

Schwimmen ist sehr leicht zu lernen; es bedarf dazu nur wenige Stunden guten Unterrichts. Seeleute und andere, welche viel auf Flüssen und Kanälen leben, sollten nicht verkümmern, diese Kunst zu lernen.

8. *Einige Ausfagen der Halloren-Brüderschaft zu Halle.*

Ich darf voraus setzen, daß meinen Lesern die Brüderschaft der Salzwirker oder Halloren zu Halle nicht unbekannt ist. Sie besteht aus Familien wendischen Ursprungs, die sich bis jetzt ziem-

lich unvermischt und in ihrer nationalen Eigenthümlichkeit erhalten haben. Alle Halloren sind geschickte Schwimmer, und sie halten darauf, daß ihre Kinder in früher Jugend das Schwimmen erlernen; in dem nördlichen Deutschlande wird es wenige Städte geben, welche an einem großen Flusse liegen, wo nicht einer oder der andere von ihnen öffentliche Beweise ihrer Kunst im Schwimmen und im Tauchen abgelegt hat. Ich war begierig, zu wissen, was Leute, die mit dem Wasser so vertrauet sind, von den Gegenständen urtheilen, über die so entgegen gesetzte Thatfachen und Behauptungen vorkommen. Hier die Aussage eines verständigen Halloren, Namens Franz, den ich darüber zuerst befragte. Er schwimme und tauche, sagte er, seit dreissig Jahren, und könne daher mir mit Zuversicht versichern, niemand vermöge unter Wasser zu sehen. Auf weiteres Befragen äusserte er indess, er habe unter Wasser nie die Augen aufgemacht; das würde aber, meinte er, auch zu nichts geholfen haben, da einem alles grün und gelb vor den Augen werde, wenn man sie aufmache, und es sey ganz gewiss, keiner der ganzen Bruderschaft könne unter dem Wasser sehen.

Wenig befriedigt von dieser Aussage, beschied ich den jetzigen Vorsteher der Bruderschaft, Linke, zu mir, der in frühern Jahren von der Regierung nach Breslau geschickt worden war, um den Oder-Schiffern, von denen damahls jährlich mehrere ertranken, das Schwimmen zu lehren. Er

brachte seinen Sohn mit, der als Schwimmmeister zu Bremen angestellt ist, und dort während des Sommers Unterricht ertheilt.

Was das Sehen unter Wasser betrifft, so stimmten beide dem Halloren Franz bei; nicht aber darin, daß man die Augen unter dem Wasser nicht öffnen könne. Vielmehr versicherte mir der junge Linke, er schwimme, wenn er untergetaucht habe, gar häufig mit offenen Augen unter dem Wasser. Ich könne es aber, sagten sie, als die einstimmige Aussage der ganzen Bruderschaft ansehen, daß keiner von ihnen, wenn er den Kopf mit offenen Augen untergetaucht habe, irgend einen Gegenstand in oder außer dem Wasser sehen könne. Auf meine Einwendung, daß doch mehrere ihrer Bruderschaft Sachen, die man an tiefen Stellen in das Wasser werfe, wenn sie nachsprängen, wieder herauf brächten, — antworteten sie, das gelinge bloß durch Zufall; man merke sich genau die Stelle, wo die Sache in das Wasser falle, springe an derselben hinein, und greife auf gut Glück um sich; es sey daher nur Zufall, wenn man sie in die Hand bekäme, sehen könne man sie nicht.

Ich bemerkte ihnen, es gäbe mehrere sehr glaubwürdige Menschen, welche behaupten, sie könnten in ganz klarem Wasser, wenn sie untergetaucht hätten, deutlich sehen, führte ihnen Horsburgh's Erfahrungen an, und äußerte, es liege vielleicht nur daran, daß das Wasser der Saale zu trübe sey, daß sie unter dem Wasser nicht sehen

könnten. Zu den Erzählungen Horsburgh's lächelten sie, wie zu etwas, das handgreifliche Erdichtung sey, und vermaßen sich, jeden für einen Lügner zu erklären, der das Ding anders als sie behauptete. Es sey zwar wahr, das Wasser der Saale sey so trübe, daß man an Stellen, die zum Schwimmen und Tauchen tief genug sind, den Grund gewöhnlich nicht erkenne; der junge Linke sagte aber, er habe in der Ostsee geschwommen, wo der Grund in 8 Ellen Tiefe völlig sichtbar gewesen sey; er habe aber mit dem Kopfe unter Wasser auch dort nichts gesehen, selbst von der Sonne mehr nicht als eine größere Helligkeit.

Noch zog ich aus ihren Aussagen den Schluß, daß es viel leichter sey, sich in strömendem als in ruhendem süßen Wasser über der Oberfläche zu erhalten, und daß man es sehr gut fühle, daß das Meerwasser den Körper besser als das Flußwasser trage.

Daß die bestimmten Erfahrungen eines Mannes, wie Herr Horsburgh (den meine Leser schon aus mehrern Aufsätzen als einen aufmerksamen und kenntnißreichen Beobachter kennen), sich durch Aussagen dieser Art nicht niederschlagen und entkräften lassen, brauche ich kaum zu bemerken. Die Aussagen unserer Halloren-Brüderschaft dienen indess doch, die Gedanken zu bestätigen, welche Herr Nicholson über die streitige Frage, ob das menschliche Auge un-

ter Wasser sehen kann oder nicht, in den hier unter 6. mitgetheilten Bemerkungen äußert. Vielleicht werden diese diejenigen Physiologen und Anatomen, welche sich vorzüglich mit dem Auge beschäftigen, reitzen, genauere Untersuchungen über die Hypothese anzustellen, durch die Herr Nicholson die beiden entgegen gesetzten Behauptungen mit einander auszugleichen versucht hat.

Gilbert.

Noch ein Nachtrag.

Ich hatte die interessanten Erfahrungen, welche sich in der Reihe von Aufsätzen finden, die ich meinen Lesern hier über das Schwimmen und über das Sehen unter Wasser vorlege, in unserer naturforschenden Gesellschaft vorgelesen; denn viele derselben schienen es mir, ihrer Gemeinnützigkeit wegen, zu verdienen, allgemeiner bekannt zu werden, und über die mehresten kann jeder, der das Baden in Strömen oder in dem Meere liebt, leicht selbst Versuche anstellen. Eins der anwesenden Mitglieder der Gesellschaft, das durch den Krieg nach den Ufern der Ostsee geführt worden war, und sich dort häufig in der See gebadet hatte, versicherte, bestimmt sich zu erinnern, beim Untertauchen die Kiesel an dem Boden wenigstens undeutlich erkannt zu haben. Wir verabredeten mit einander einige Versuche nach Nicholson's Art, denen noch einige andere, welche sich im Besitze des Vermögens

glauben, unter Wasser zu sehen, auf meine Einladung beiwohnen wollen; und ich hoffe meinen Lesern den Erfolg derselben in dem nächst folgenden Hefte berichten zu können. Für ein anderes Mitglied der Gesellschaft wurde meine Vorlesung eine zufällige Veranlassung, eine merkwürdige Aussage eines vor einigen Jahren verstorbenen Halören, der einer der besten Schwimmer der Brüderschaft war, in Erfahrung zu bringen. Er hatte die Güte, sie mir sogleich schriftlich mitzutheilen, und ich setze sie hierher mit seinen eigenen Worten. „Noch am Sonnabend, gleich nachdem ich Ihre Vorlesung in unserer Gesellschaft gehört hatte, sprach ich den Schullehrer Leifsner, welcher versicherte, unzählige Mahle vom verstorbenen Halören Thalmann (der Schwimmmeister hier in Halle war) gehört zu haben, er könne unter dem Wasser, wenn es hell sey und klaren Boden habe, selbst Kleinigkeiten erkennen.“

Gilbert.

III.

I D E E N

über die Acidität und die Alkalität,
in Beziehung auf die neuen Entdeckungen Davy's;

von

A. A V O G A D R O ,

Repetitor der Phys. am Pensionat der Turiner Akademie;

frei übersetzt von Gilbert.

Den Sauerstoff für das Princip der Säure zu nehmen, war sehr natürlich, als man gefunden hatte, daß viele der Körper, die wir nach ihren Eigenschaften *Säuren* nennen, ihn in großer Menge enthalten, und daß die meisten verbrennlichen Körper, indem sie sich mit Sauerstoff verbinden, zu Säuren werden. Schwefel-Wasserstoff ist indeß eine wahre Säure, wie Kirwan und Berthollet gezeigt haben, und enthält keinen Sauerstoff. Eben so wenig enthält ihn die Blausäure. Auch scheinen, wie Berthollet und Chenevix gezeigt haben, die Eigenschaften der Salzsäure im Vergleiche mit denen der oxygenirten Salzsäure zu beweisen, daß die erstere ihren Zustand als Säure nicht dem Sauerstoffe verdankt. Auf der andern Seite sind einige Verbindungen, welche größten Theils aus Sauerstoff bestehn, z. B. das Wasser, keine Säuren; und die neuesten Entdeckungen

Da-

Davy's lehren uns selbst in den Körpern, deren Eigenschaften denen der Säuren am mehresten entgegen gesetzt sind, in den Alkalien, oxygenirte Körper kennen.

Diese Bemerkungen sind nicht neu; doch hat man noch keine Theorie der Acidität und der Alkalität, welche die Thatfachen, die diese Bemerkungen veranlassen, mit einander in Uebereinstimmung brächte. Es scheint mir, als wären dazu die Ideen geeignet, welche ich hier entwickeln will.

Der Begriff *Acidität*, wie man ihn bisher genommen hat, scheint mir zwei wesentliche Merkmale in sich zu schliessen. *Erstens*, die eigenthümliche Kraft, vermöge welcher eine Säure sich mit den Alkalien so zu verbinden strebt, daß sie ihre Eigenschaften als Säure verliert, und zugleich die den Alkalien eigenthümlichen Eigenschaften zerstört; oder, um mich des Ausdrucks der *Statique chimique* zu bedienen, eine in Beziehung auf die Alkalien sehr ausgezeichnete *puissance antagoniste*, welche eine gegenseitige in den Alkalien, in Beziehung auf die Säuren, voraus setzt. *Zweitens*, eine große Leichtigkeit, sich überhaupt mit den andern Körpern zu verbinden; eine Leichtigkeit, welche, nach Berthollet's Ansicht, auf einem gewissen Zustande der Aggregation zu beruhen scheint, bei dem weder zu große Cohäsion, noch zu große Elasticität Statt findet; denn jene würde die im Wasser unauflöslichen festen Körper, diese die schwer zu condensirenden Gasarten verhindern,

die Eigenschaften, die man *Säure* nennt, zu äußern, auch wenn sie die *puissance antagoniste acide* in hohem Grade befäße.

Nur in Beziehung auf das erste dieser Merkmale könnte eine Abhängigkeit der Acidität vom Sauerstoffe Statt finden; das zweite Merkmal kann jedem Körper zukommen, er sey sauer, alkalisch, oder neutral, und ist nur eine Bedingung, unter der allein die Acidität sich äußern kann. Um alle Zweideutigkeit zu vermeiden, will ich die Acidität, in so fern sie auf diese Art, unabhängig von der Aggregation (auf der es beruht, ob sie sich frei äußern kann oder nicht), betrachtet wird, den *aciden Antagonismus* nennen, und die auf ähnliche Weise betrachtete Alkalität den *alkalischen Antagonismus*.

Alle Erscheinungen lassen sich nun ohne Schwierigkeit erklären, wenn man diese beiden Antagonismen für *bloß relative* Eigenschaften nimmt, die nur in so weit etwas *Absolutes* werden, als man sie auf irgend einen der mittlern Grade bezieht, der in der Stufenreihe der Acidität und der Alkalität nach Willkür zu bestimmen ist, und wenn man zugleich annimmt, daß immer der Grad der Acidität oder Alkalität eines zusammen gesetzten Körpers, so fern von dem Einflusse der Aggregation abgesehen wird, von dem Grade der Acidität oder Alkalität seiner Bestandtheile abhängt. Dieselbe Substanz *A*, welcher in Beziehung auf die Substanz *B* der acide Antagonismus zukommt, kann also, diesem zu Folge, in Beziehung auf eine dritte Substanz *C* den

alkalischen Antagonismus haben; und was wir absolut *Säuren* oder *Alkalien* nennen, sind hiernach nur Substanzen, die den aciden oder alkalischen Antagonismus in Beziehung auf gegebene Körper haben, deren Stelle in der Stufenreihe durch gewisse Eigenschaften ungefähr bestimmt ist, z. B. dadurch, daß sie die blauen Pflanzenfarben nicht ändern, wenn sie sich gleich in der dazu nöthigen Aggregation befinden.

Der Sauerstoff ist nach dieser Hypothese einer der Körper, welcher in der Stufenreihe der Acidität am höchsten steht, und daher den mehresten Substanzen, mit denen er sich verbindet, die Acidität mittheilt oder läßt; keinesweges aber besitzt er, nach ihr, die Acidität oder die Eigenschaft, diese seinen Verbindungen mitzutheilen, ausschließlich, da es noch viele andere Substanzen geben muß, die in der Stufenleiter über den erwähnten Punkt, obschon minder hoch als der Sauerstoff, stehen. Auch braucht er nicht nothwendig den Verbindungen, in die er in großer Menge mit eingeht, die Acidität mitzutheilen, da die Substanz, mit der er sich verbindet, so alkalisch seyn kann, daß sie die entgegen gesetzte Eigenschaft des Sauerstoffs neutralisirt, oder gar einen Antheil Alkalität behält. Und wenn der Sauerstoff und mehrere andere von Natur acide oder alkalische Substanzen nicht einzeln und außer aller Verbindung diese ihre Eigenschaften äußern, so muß man sich das aus ihrer zu großen Elasticität, oder aus ihrer zu starken Cohäsion, erklären. So läßt sich z. B. mit

Berthollet annehmen, daß der Schwefel ein von Natur acider Körper ist, der diese Eigenschaft äußern würde, wäre seine Cohäsion nicht so groß. Wenn der Wasserstoff sich mit ihm verbindet, so vermindert dieser die Cohäsion, und vermehrt oder vermindert die reelle Säure des Schwefels, je nach dem er selbst, in Beziehung auf diesen, mit dem aciden oder mit dem alkalischen Antagonismus begabt ist. Die letztere Annahme ist, wie wir gleich sehen werden, die wahrscheinlichere; die natürliche Acidität des Schwefels ist aber, wie die Thatfachen lehren, so groß, daß sie in der Verbindung beider Substanzen vorherrschend bleibt.

Wenn sich zwei Substanzen mit einander verbinden, so kommt, nach dieser Ansicht, der einen stets die Rolle von Säure, der andern die Rolle von Alkali zu, und dieser Antagonismus ist es, worauf das Bestreben zur Verbindung oder die eigentliche *Verwandtschaft* beruht, so fern sie von der *Cohäsion* unterschieden wird, die zwischen den Theilchen einer homogenen Substanz Statt findet. Eine Tafel, welche die Stufenreihe der Acidität und der Alkalität darstellte, und z. B. mit der Substanz anginge, welche in Beziehung auf alle andere den aciden Antagonismus hätte, und mit derjenigen schloße, welcher in Beziehung auf alle andere der alkalische Antagonismus zukäme, — würde folglich die einfachste Darstellung aller Verwandtschaften seyn; je weiter zwei Substanzen in dieser Tafel von einander abständen, desto größer wäre

ihr gegenseitiger Antagonismus oder ihre chemische Verwandtschaft. Die Körper, welche den Veilchenfärb, auch bei der dazu nöthigen Aggregation, weder röthen noch grünen, z. B. das Wasser und die auflöslichen Neutralsalze, würden diese Tafel in zwei Hälften theilen; in der obern Hälfte würden die Substanzen stehen, welche wir in dem Falle, wenn sie eine Aggregation haben, bei der sich ihre Eigenschaften zu äußern vermögen, *Säuren* nennen; in der untern Hälfte die Körper, welche wir in demselben Falle *Alkalien* nennen. Die vollständige Tafel muß nämlich auch die Körper in sich schließen, welche keine solche Aggregation haben. Der Sauerstoff würde in ihr vielleicht ganz oben an stehen, und die übrigen Körper desto tiefer nach unten, je mehr Verwandtschaft sie zum Sauerstoffe hätten; der Wasserstoff mit am allertiefsten. Dieser Ansicht zu Folge scheint der Wasserstoff auch ein Bestreben haben zu müssen, den Verbindungen, in die er eingeht, alkalische Eigenschaften zu geben, eben so wie der Sauerstoff den feinen Acidität ertheilt. In der That scheint das Ammoniak seine Alkalität dem Wasserstoffe zu verdanken, wie auch Berthollet annimmt; und es hat dann nichts Befremdendes mehr, daß Wasser, dessen Bestandtheile zwei an den entgegen gesetzten Enden dieser Tafel stehende Substanzen sind, eben so gut neutral ist, als es die Neutralsalze sind, welche aus Säure und Alkali nach gewissen Verhältnissen zusammen gesetzt sind.

Diese Ansicht der Acidität und der Alkalität wird durch die Versuche und die Betrachtungen bestätigt, welche Davy in der mit dem galvanischen Preise für 1807 gekrönten Abhandlung über einige chemische Eigenschaften der Elektricität (*Annalen* 1808, St. 1 und 2, od. B. XXVIII, S. 1 f.) bekannt gemacht hat. Welche Bewandniss es auch mit seiner Hypothese von der Identität der elektrischen Kraft haben mag; auf jeden Fall beweisen die Versuche, aus denen Davy diese Hypothese ableitet, einen sehr nahen Zusammenhang zwischen dem aciden und dem alkalischen Antagonismus, und zwischen der elektromotorischen Kraft, welche in der gegenseitigen Berührung zweier Körper nach Volta's Art entsteht. Denn die Säuren nehmen in diesem Falle die positive, die Alkalien die negative Elektricität an, und Elektricität, welche ihnen künstlich mitgetheilt wird, befördert oder verhindert ihre Verbindung, je nach dem sie mit ihrer durch die Berührung erregten Elektricität überein stimmt, oder ihr entgegen gesetzt ist. Da diese elektromotorische Kraft in allen Körpern thätig ist, die sich mit einander zu verbinden vermögen, der Sauerstoff sich aber für sie nach Art der Säuren, der Wasserstoff nach Art der Alkalien verhält, und überhaupt die Eigenschaften der zusammen gesetzten Körper in dieser Hinsicht von den Eigenschaften ihrer Bestandtheile abhängen, so läßt sich kaum zweifeln, daß nicht zwischen allen diesen Körpern derselbe Antago-

nismus Statt findet, den wir eben beleuchtet haben.

Dieser Zusammenhang beider Erscheinungen giebt uns zugleich ein einfaches Mittel an die Hand, den Ort auszumitteln, welchen die verschiedenen Körper in der Tafel, von der wir vorhin gesprochen haben, einnehmen müssen, da es außerordentliche Schwierigkeit haben würde, diese Tafel durch Betrachtung bloß chemischer Eigenschaften auszufüllen. Es fällt nämlich in die Augen, daß, zu Folge dieses Zusammenhanges, die *elektrische Heterogenität*, vermöge der zwei Körper sich in der Berührung stärker oder schwächer elektrificiren, das Maß des chemischen Antagonismus oder der Verwandtschaft zwischen diesen Körpern seyn, und daß folglich unsere Tafel auf diejenige hinaus kommen muß, welche Volta, Pfaff und andere schon gegeben haben, um die Ordnung darzustellen, nach welcher die verschiedenen Körper in ihrer gegenseitigen Berührung positiv oder negativ elektrisch werden. Diese Tafel läßt sich schon jetzt aus Davy's Versuchen erweitern, und ich will hier einige Bemerkungen über die Stelle mittheilen, welche einige der bekanntesten Körper in ihr schon einnehmen, oder noch einnehmen müssen.

Die Versuche Davy's über die elektrischen Kräfte bestätigen, was uns die Chemie schon gelehrt hatte, daß der *Sauerstoff* einer der Körper ist, welcher in dieser Tafel am höchsten steht, indem er fast mit allen andern im aciden Antagonismus

steht. Der Name *Oxygène* deutet auf diese Eigenschaft sehr zweckmäfsig, und es scheint mir, dafs man von ihm selbst die allgemeine Benennung derjenigen Eigenschaft der Körper ableiten sollte, vermöge welcher sie in dieser Tafel eine Stelle einnehmen, und die so wichtig ist, dafs sie einen eigenen Namen verdient. Je nach dem die Körper in dieser Tafel dem Sauerstoffe näher stehen, sind sie, könnte man sagen, *plus oxigéniques* (oxygenischer?), und diesem zu Folge würde die *Oxigénicité* (Oxygenicität?) die Eigenschaft der Körper seyn, in Beziehung auf andere den aciden Antagonismus zu haben, und ihn den Verbindungen, welche sie mit diesen eingehen, zu ertheilen, und der Sauerstoff selbst wäre vorzugsweise der oxygenische Körper (*la substance oxigénique, par excellence*). Aus dem Vorbergehenden ergibt sich, dafs die Oxygenicität der Körper desto kleiner seyn mufs, je gröfser ihre *Oxydabilität* (*oxidabilité*) ist.

Der Kohlenstoff hat die stärkste negative elektrische Kraft unter allen verbrennlichen Körpern, deren elektromotorische Kraft bis jetzt bestimmt worden ist; er scheint folglich nächst dem Sauerstoffe einer der oxygenischsten Körper zu seyn, kann deshalb aber doch weit genug von demselben abstehen. Hiernach müfste der Kohlenstoff zum Sauerstoffe eine kleinere Verwandtschaft, als die übrigen Radikale haben; auch hat schon Berthollet die Meinung bestritten, dafs der Kohlenstoff in dieser Verwandtschaft dem Wasser-

stoffe selbst voran gehe, ein Schein, der von Umständen der Aggregation abhängt, welche der Verwandtschaft fremd sind.

Nächst dem Kohlenstoffe folgen in den elektromotorischen Versuchen die *Metalle*, in der hinlänglich bekannten Ordnung, welche uns nur einen einzelnen Fall der oben erwähnten verkehrten Folge zeigt, worin Oxygenicität und Oxydabilität der Körper stehen.

Auf die Metalle folgt der *Schwefel*, der indess, wie alles zu beweisen scheint, Wasserstoff enthält, so dass das wahre Radikal der Schwefelsäure viel oxygenischer als er zu seyn, und dem Kohlenstoffe in dieser Hinsicht viel näher zu stehen scheint. Wir haben oben gesehen, dass der Schwefel, wie wir ihn kennen, ohne seine zu grosse Cohäsion eine wahre Säure seyn würde, und daraus folgt, dass die Metalle und noch vielmehr die Metalloxyde alle von Natur Säuren seyn würden, wenn ihre Cohäsion ihnen gestattete, sich als solche zu äussern. Kein Wunder daher, wenn die Auflösungen der Metalle in Säuren nie wirklich neutral zu machen sind; denn das durch die Säure zertheilte Oxyd äussert in ihnen seine eigene Acidität.

Eine gleiche Bewandtniss scheint es mit der Thonerde und mit den übrigen nicht-alkalischen Erden zu haben. Auch sieht man hieraus, dass der Schwefel-Wasserstoff sich gegen die Metalloxyde als Alkali verhalten muss, obschon er gegen die Alkalien die Rolle der Säure spielt, und

auch die übrigen Eigenschaften der Säuren besitzt.

Der *Stickstoff* muß merklich weniger oxygenisch als der Schwefel seyn, nach der alkalischen Eigenschaft des Ammoniaks zu urtheilen, in welches nicht mehr als ein Fünftel Wasserstoff mit eingeht.

Die *Säuren*, deren Mischung bekannt ist, verdanken ihre Acidität im Allgemeinen nicht dem Sauerstoffe allein, sondern auch ihrem Radikal, wie aus dem Vorhergehenden hervor geht. Das Verhalten der *Blausäure* (verdient sie anders den Namen der Säure) zu den Alkalien, wenn sie zuvor mit etwas Metalloxyd verbunden worden, läßt sich vorzüglich dem Kohlenstoffe, diesem so oxygenischen Grundstoffe, zuschreiben.

Ueber die Zusammensetzung der *feuerbeständigen Alkalien* sind die Chemiker noch nicht einig. Die Meinung Davy's hat in unserer Ansicht nichts Widersprechendes; denn ein Oxyd kann alkalisch seyn, wenn das Radikal desselben wenig oxygenisch ist, welches mit den Radikalen des Kali und des Natrons der Fall seyn muß, nach ihrer großen Verwandtschaft zum Sauerstoffe zu urtheilen.

Zum Beschlusse noch die Bemerkung, daß, da nach den hier entwickelten Ideen das Wort *Säure*, *acide*, bloß eine zufällige Eigenschaft der Körper bezeichnet, es sich fernerhin nicht mehr

als ein generischer Name gebrauchen läßt; denn der Grad der Oxygenicität, auf welchem die Acidität beruht, ist vielen andern Körpern eigen, denen nur ihre Aggregation ihn zu äußern vermag; man kann bloß sagen: *höheres, niedrigeres etc. Schwefel-Oxyd, Phosphor-Oxyd u. s. f.* Aus demselben Grunde kommt den Verbindungen der Metalloxyde mit den Alkalien in der französischen Nomenklatur die Endigung auf *ate* eben so wohl zu, als den andern Salzen *), welches auch schon Berthollet in die chemische Sprache aufgenommen hat.

*) Also, z. B., *cuiverate d'ammoniaque, étainate de potasse,*
und so weiter. *Gilbert.*

IV.

BEMERKUNGEN

über den Ring des Saturns;

von

Herrn LA PLACE.

Dass der Ring, welcher um den Saturn schwebt, im Gleichgewichte bleibt, hängt wesentlich von zwei Bedingungen ab.

Die eine dieser Bedingungen bezieht sich auf das Gleichgewicht der Theile des Ringes selbst, welches erfordert, dass die Theile, die sich in seiner Oberfläche befinden, kein Bestreben haben, sich von ihm zu trennen, und dass sich die Oberfläche, auch im Falle, wenn sie flüssig wäre, vermöge der verschiedenen Kräfte, welche auf sie einwirken, erhalte. Ohne dies würden die Theilchen sich endlich von dem Ringe trennen, und der Ring zerstört werden, wie jedes Werk der Natur, das nicht in sich selbst eine Ursache der Stabilität hat, die den entgegen wirkenden Kräften widersteht. Ich habe im dritten Buche der Mechanik des Himmels bewiesen, dass diese Bedingung auf keine andere Art erfüllt werden kann, als durch eine schnelle rotirende Bewegung des Ringes in seiner Ebene, um seinen Mittelpunkt, welcher immer nur wenig vom Mittelpunkte des Saturns entfernt ist.

Die zweite jener Bedingungen bezieht sich auf das Schweben des Ringes um den Saturn. Eine hohle Kugel, und überhaupt ein hohles Ellipsoid, dessen innere und äußere Oberfläche ähnlich und concentrisch sind, würde um diesen Planeten im Gleichgewichte seyn, welche Stelle auch der Mittelpunkt desselben einnähme; aber dieses Gleichgewicht würde *indifferent* seyn, das heißt, wenn es gestört würde, kein Bestreben zeigen, weder seinen ursprünglichen Zustand wieder anzunehmen, noch sich davon weiter zu entfernen. Die kleinste Ursache, z. B. die Einwirkung eines der Trabanten oder eines Kometen, würde folglich hinreichen, dieses hohle Ellipsoid auf den Planeten herab zu stürzen. In einer um den Saturn schwebenden kreisförmigen Zone würde auch nicht ein solches *indifferentes* Gleichgewicht Statt finden; denn ich habe an dem angeführten Orte gezeigt, daß, wenn der Mittelpunkt des kreisförmigen Ringes nicht mit dem Mittelpunkte des Planeten zusammen fällt, beide sich zurück stoßen, und der Ring sich endlich auf den Saturn herab stürzt. Dasselbe würde Statt finden, wie auch der Ring beschaffen wäre, wenn er ohne Rotations-Bewegung wäre. Nimmt man jedoch an, daß nicht alle Theile desselben einander ähnlich sind, sein Schwerpunkt folglich nicht mit seinem Mittelpunkte zusammen fällt, und daß er sich in seiner Ebene schnell um seine Achse dreht, so wird auch der Schwerpunkt desselben um den Mittelpunkt des

Saturns schnell rotiren, und gleich einem Trabanten nach diesem zu gravitiren, nur mit dem Unterschiede, daß er im Innern des Planeten umher laufen kann. In diesem Falle wird folglich ein beharrlicher Zustand von Bewegung (*état stable*) Statt finden.

Beide Bedingungen, welche ich hier entwickelt habe, stimmen also dahin überein, uns zu überzeugen, daß der Ring in seiner Ebene mit Schnelligkeit um seinen Mittelpunkt rotirt. Die Zeit seiner Rotation muß sehr nahe der Umlaufzeit eines Trabanten gleich seyn, der um den Saturn in dem Abstände umher liefe, in welchem sich der rotirende Ring von diesem Planeten befindet; eine Zeit, die ungefähr $10\frac{1}{2}$ Stunde betragen würde.

Herr Herschel hat dieses Resultat durch seine Beobachtungen bestätigt. Wie aber soll man diese Beobachtungen und die Theorie mit den Beobachtungen des Herrn Schröter in Harmonie bringen, bei denen einige lichtere Punkte des Ringes lange Zeit über still zu stehen schienen? *)

*) Herr Justizrath Dr. Schröter in Lilienthal hat vor anderthalb Jahren angefangen, seine Beobachtungen über den Saturn in ein Ganzes zusammen zu stellen, in seinen *Kronographischen Fragmenten zur genauern Kenntniß des Planeten Saturn, seines Ringes und seiner Trabanten. Erster Theil, Beobachtungen, Folgerungen und Bemerkungen über den Naturbau der festen Kreisgewölbe des Saturnringes und seiner Atmosphäre. Götting. 1808. 8.* Ich entlehne daraus auf Kupfertafel I, die 2. Figur, damit der Leser die folgenden Gedanken des Herrn La Place mit der Erscheinung, wie sie sich Herrn Schröter zeigt, sogleich

Ich glaube, daß sich dieses auf folgende Weise thun läßt.

Saturns Ring besteht aus mehrern concentrischen Ringen; mächtige Fernröhre lassen uns ihrer zwei sehr deutlich erkennen, welche durch die Irradiation, in schwachen Fernröhren, zu einem einzigen zusammen schmelzen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß jeder dieser Ringe selbst wieder aus mehreren Ringen besteht, so daß der Ring des Saturns eine ganze Reihe sich umschließender concentrischer Ringe zu bilden scheint. Liefse jeder der Jupiters-Trabanten auf seiner Bahn eine leuchtende Spur bleibend zurück, so würden sie uns ein ähnliches Ansehen gewähren. Die einzelnen Ringe haben wahrscheinlich, wie diese Bahnen, eine verschiedene Neigung gegen den Aequator des Planeten; und ist das der Fall, so muß sich die Neigung und die Lage des Knotens eines jeden Ringes verändern, in längern oder kürzern Perioden von mehrern Jahren; auch müssen ihre Mittelpunkte um den Mittelpunkt des Saturns oscilliren. Alles das verändert am Ende die scheinbare

zusammen halten könne. Diese Figur stellt den Ring des Saturn vor, wie ihn Hr. Schröter am 15. Januar 1803 in seinem dreizehnfüßigen Spiegel-Teleskope, in umgekehrter Lage, sah. Der Ring fing eben an, wieder sichtbar zu werden, nachdem die Sonne durch die Ebene desselben gegangen war; die westliche Ringlinie erschien breiter und stärker als die östliche; und es zeigte sich auf ihr ein hervor stehender knotenähnlicher Lichtpunkt *a*; dergleichen Herr Schröter auch auf der feinern östlichen Ringlinie zwei, *b*, *c*, entdeckte. Alle drei Lichtpunkte blieben auf der Ringlinie unbeweglich; und dieses fand

Gestalt des Ganzen dieser Ringe. Die Rotations-Bewegung verändert diese ihre Gestalt nicht wirklich, denn sie thut weiter nichts, als daß sie einen leuchtenden Theil durch einen andern, der in derselben Ebene liegt, ersetzt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die von Hrn. Schröter beobachteten Erscheinungen von Veränderungen jener Art herühren. Adhärirt dagegen ein Punkt, der heller oder schwächer an Licht als die übrigen ist, der Oberfläche eines der Ringe, so muß dieser Punkt mit derselben Geschwindigkeit, welche der Ring hat, umher laufen, und seine Lage in wenig Stunden sehr merklich verändern. Man kann mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß es ein Punkt dieser Art gewesen ist, den Hr. Herschel beobachtet hat.

Ich lade die Beobachter, welche mit mächtigen Fernröhren versehen sind, ein, den Erscheinungen der Ringe des Saturns aus diesem Gesichtspunkte nachzuspähen. Die Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen hatte die Geometer und Astronomen in

gro-

sich bei allen folgenden Beobachtungen, die $4\frac{1}{2}$ Monath fortgesetzt wurden. Herr Schröter hält die Ringe für unverschiebbare Kreisgewölbe, welche in der Ebene des Saturn-Aequators liegen, und, gleich unserm Monde, bei jedem Umlaufe um die Sonne sich ein Mal umdrehen; ihre Dicke ist nach ihm sehr ungleich, im Mittel 113 geograph. Meilen; sie sind außerordentlich gebirgig; und auch die Lichtpunkte hält Herr Schröter für ungeheure Berge, von 169, ja von 300, geogr. Meilen Höhe, oder vielmehr für die größten unter den vielen sphärischen Massen, aus deren Zusammenhäufung ihm die Ringe entstanden zu seyn scheinen, und von denen die mehresten die mittlere

Dicke

große Verlegenheit gesetzt, ehe Huyghens die Ursache derselben erkannte. Der Ring zeigte sich zuerst Galiläi unter der Gestalt zweier kleiner, an der Saturnskugel klebender Körper, und Descartes, der den unglücklichen Einfall hatte, in seinen *Principiis philosophiae* alles erklären zu wollen, schrieb, im dritten Buche dieses Werks, den stationären Zustand dieser vorgeblichen Trabanten dem Umstande zu, daß Saturn dem Mittelpunkte seines Wirbels immer einerlei Seite zukehre. Wir wissen jetzt, daß ein solcher stationärer Zustand mit den Gesetzen der allgemeinen Schwere im Widerspruche steht, und schon dieser einzige Grund müßte uns bestimmen, Descartes Erklärung zu verwerfen, auch wenn wir die Ursache jener Erscheinung nicht kennen. Ein Stillstehen des Ringes widerspricht dem großen Gesetze der Natur, nach meiner Einsicht, nicht minder, und ich habe daher keinen Zweifel, daß nicht fernere Beobachtungen, die man aus dem hier angezeigten Gesichtspunkte aufstellen wird, die Resultate der Theorie und die Beobachtungen Herschel's bestätigen werden.

Die Dicke des Ringes zum Durchmesser haben, einige aber unsern Mond, die Jupiter- und Saturns-Monde und sämtliche Asteroiden, ja sogar Merkur an Größe übertreffen. Die beiden damals als Enden sich zeigenden Theile des Ringes sind nach Hrn. Schröter ein wenig gegen einander geneigt. Der dunkle Strich quer über dem Saturn-Sphäroid ist der dunkelgraue Schatten des Ringes; die Gegenden an der nördlichen und südlichen Seite und an den Rändern des Sphäroids erschienen Hrn. Schröter dunkler als die mittleren.

Gilbert.

V.

BEOBACHTUNGEN

über die Gestalt des Saturns;

VON

WILLIAM HERSCHEL, LL. D., F. R. S.

Frei bearbeitet, mit einigen Anmerkungen, von
Gilbert *).

Keiner der Gegenstände, welche wir am Himmel wahrnehmen, zeigt uns eine grössere Mannigfaltigkeit außerordentlicher Erscheinungen, als der Saturn. Eine prächtige Kugel, umgeben von einem bewundernswürdigen Doppel-Ringe, begleitet von sieben Trabanten, mit Aequatorial-Banden geziert, abgeplattet an den Polen, dreht sich um ihre Achse, verfinstert durch ihren Schatten Theile ihrer Ringe und ihre Trabanten, und wird wechselseitig von ihnen verfinstert; ebenfalls drehen sich um ihre Achsen der äussere Ring und der entfernteste Trabant; und alle Theile des Saturn-Systems werfen einander nach Umständen Sonnen-

*) Die beiden Aufsätze, in welchen der grosse und unermüdete Beobachter des Himmels seine Bemerkungen über die Gestalt des Saturns bekannt gemacht hat, stehen in den Schriften der Londner Societät der Wissenschaften auf die Jahre 1805 und 1806. Sie sind noch nicht ihrem ganzen Inhalte nach in das Deutsche übertragen worden; dagegen hat man gegen die höchst feinen Beobachtungen, mit denen sie sich beschäftigen, in England so wohl als in Deutschland Zweifel erhoben, und die mehresten Astro-

licht zu, wodurch Ringe und Monde die Nächte der Saturnbewohner erhellen, der Planet und die Monde Licht auf die Nachtseite der Ringe verbreiten, und der Planet und die Ringe den Monden Licht zu der Zeit zusenden, wenn sie in ihrer Conjunction der Sonnenstrahlen beraubt sind.

Man sollte glauben, so viel Ausgezeichnetes erschöpfe alles Merkwürdige; und doch beweisen die folgenden Beobachtungen, daß man ihnen noch eine Merkwürdigkeit hinzu fügen muß, welche einzig ist, und durch die sich die Gestalt des Saturns vor der aller andern Planeten auszeichnet.

Schon im Jahre 1776 hatte ich wahrgenommen, daß Saturn nicht vollkommen rund ist, und im J. 1781 fand ich, daß er an den Polen wenigstens eben so stark als Jupiter abgeplattet ist; ich hielt ihn aus diesem Grunde für ein Ellipsoid, und dieses hielt mich ab, das Uebrige der Gestalt kritisch zu untersuchen, so wohl damals, als da ich im J. 1789 meine Messung des Aequatorial- und des Polar-Durchmessers dieses Planeten machte. Wenn ich an den andern Theilen dieses Planetenkörpers eine gewisse Unregelmäßigkeit wahrzu-

nomen scheinen der Meinung zu seyn, Dr. Herschel habe sich dieses Mahl geirrt. Dieses ist bei einer reinen Wahrnehmung optisch-astronomischer Art, in denen sich Herschel hinlänglich als Meister bezeugt hat, an sich schwer zu glauben; ich lege daher die ganze interessante Verhandlung hier meinen Lesern vor; und das um so lieber, da die Materie eben so sehr physikalisch als astronomisch ist, und mit den vorstehenden Bemerkungen in naher Verbindung steht.

Gilbert.

nehmen glaubte, so schob ich diese darauf, daß der Ring die ganze Kugel zu übersehen verhindere. In diesem Irrthume würde ich wahrscheinlich immerfort geblieben seyn, hätte ich mich nicht vor Kurzem durch Untersuchungen über die Vergrößerungen, welche mein zehnfüßiges Teleskop verträgt, belehrt, daß ich mich auf die Darstellung der kleinsten wahrzunehmenden Gegenstände durch dasselbe mit vollem Zutrauen verlassen kann. Durch die folgenden Beobachtungen habe ich die Gestalt des Planeten vollständig ausgemittelt. Sie enthalten zugleich manche Bemerkungen über die andern Erscheinungen, welche dieser schöne Planet dem zeigt, der ihn mit Aufmerksamkeit beobachtet.

April 12, 1805. Ich untersuchte den Saturn mit einem neuen 7füßigen Spiegel von außerordentlicher Deutlichkeit. Der Ring warf mehr Licht zurück als der Planet, und bei 570 mahliger Vergrößerung erscheint der Planet gelblich, in-
 des der Ring weißer bleibt. Dadurch läßt sich der Ring, da, wo er die Scheibe durchschneidet, von dieser unterscheiden. Ich bemerkte die fünf-
 fache Bande und die Abplattung an den Polen; auch konnte ich den leeren Raum zwischen den beiden Ringen wahrnehmen. Die Polarregionen
 platten sich am Saturn nicht so allmählich ab, als am Jupiter, sondern erst in hohen Breiten und dann weit plötzlicher. Dasselbe erinnere ich mich
 schon oft bemerkt zu haben.

*April 18; 10 füssiger Reflector; Vergrößerung 300; sehr günstige Luft; der Planet außerordentlich scharf begrenzt. Der Schatten des Ringes, der sich über der Scheibe des Planeten, südlich vom Ringe, wegzieht, ist sehr schwarz und überall mit vieler Deutlichkeit zu sehen. Auch sind die Banden, welche das gewöhnliche Ansehen haben, und eine viel breitere Zone, wie die auf dem Jupiter, einnehmen. Die Gestalt des Saturns, wie sie sich jetzt zeigt, ist gewiss verschieden von der sphäroidischen Figur des Jupiters; ihre Krümmung ist am grössten in einer hohen Breite. Ich maass mit meinem Winkel-Mikrometer bei 527 maliger Vergrößerung die Lage der vier Punkte, in denen die Krümmung am grössten ist; als das Kreuz des Mikrometers durch diese vier Punkte ging, war der Winkel, der das Doppelte ihrer Breite ist, $93^{\circ} 16'$; also ihre Breite $46^{\circ} 38'$ *). Die Messung ist indess so schwierig, dass sie keine grosse Genauigkeit zulässt.*

Die nördlichste Bande reicht bis an die Stelle hinauf, wo der Ring hinter den Körper des Planeten tritt; die Bande hat aber eine entgegen gesetzte Krümmung, als er, indem sie nach Norden zu concav ist, weil sie über die uns zugewandte Seite des Planeten sich wegzieht, und der Nordpol sichtbar ist.

*) Auch nach Herschel liegt nämlich der Aequator Saturns in der Ebene des Ringes.

Auf dem nachfolgenden Theile des Ringes sieht man einen sehr dunkeln, aber schmalen, Schatten des Planeten, der (so wie er da ist) den Ring von dem Planeten abschneidet. Der Schatten, den der Ring auf den Saturn wirft, zeigt sich südlich vom Ringe; er wird an beiden Seiten nach dem Rande der Scheibe zu breiter. Der Zwischenraum zwischen beiden Ringen ist dunkel, gleich dem fehlenden Theile in den beiden scheinbaren Henkeln, doch nicht schwarz, wie der eben erwähnte Schatten. Vier Trabanten stehen an der voran gehenden Seite nahe beim Ringe.

April 19. Ich betrachtete den Saturn mit einem neuen 7füßigen Teleskope, dessen Spiegel beide sehr vollkommen sind, und erkannte alle in der vorigen Nacht wahrgenommene Erscheinungen wieder; nur dafs jetzt 4 Trabanten an der nachfolgenden Seite standen. Dieses Teleskop kommt dennoch dem 10füßigen nicht gleich. An der merkwürdigen Figur Saturns läßt sich nicht mehr zweifeln; ist unsere Aufmerksamkeit einmahl aufgeregt worden, so sehen wir auf den ersten Blick, was von uns sonst unbemerkt geblieben wäre.

Die Nacht ist sehr schön und heiter, und Saturn dem Meridian nahe. Ich nahm das 10füßige Teleskop mit 400 mahliger Vergrößerung. Die Gestalt Saturns hat etwas von einem Quadrate oder vielmehr von einem Parallelogramm, dessen vier Ecken tief hinein abgerundet sind, doch nicht so sehr, dafs es sphäroidisch würde. Ich sehe das vollkommen

deutlich. Die vier Trabanten, welche gestern nachfolgten, gehen jetzt voran, und sind sehr glänzend. Heute finde ich die Breite der vier Punkte größter Krümmung $45^{\circ} 44',5$; diese Messung halte ich für fast ganz genau.

Mai 5. Ich richtete mein 20füßiges Teleskop auf den Saturn, und sah den Planeten bei 300facher Vergrößerung vollkommen scharf begrenzt, da der Abend sehr heiter war. Der Schatten des Ringes auf dem Planeten ist völlig schwarz. Alle andern Erscheinungen sind sehr deutlich. Die Gestalt des Planeten ist gewiß nicht sphäroidisch, wie die des Mars und Jupiters; Saturn ist unter dem Aequator und unter den Polen weniger gekrümmt, als in einer Breite von ungefähr 45° ; der Aequatorial-Durchmesser ist dabei bedeutend größer als der Durchmesser durch die Pole.

Um alle meine Instrumente über die Gestalt des Saturns zu befragen, hatte ich den 40füßigen Reflector so aufgestellt, daß Saturn sich darin beim Kulminiren zeigte. In diesem erschien bei 360 maliger Vergrößerung die Gestalt der Scheibe wieder genau eben so, als ich sie im 10füßigen Reflector gesehen hatte. Der Planet ist an den Polen abgeplattet; das Sphäroid aber, das dieser Abplattung entspricht, ist durch irgend eine fremde Ursache modificirt worden, wie ich glaube, durch die Anziehung des Ringes. Er gleicht einem Parallelogramm, dessen eine Seite der Aequatorial-, die andere der Polar-Durchmesser ist, und dessen vier

Ecken so abgerundet sind, daß so wohl die Aequatorial- als die Polar-Regionen flacher erscheinen, als sie in der regulären sphäroidischen Gestalt seyn würden.

Jupiter hatte um diese Zeit eine ziemliche Höhe erreicht, und ich richtete das 10füßige Spiegelteleskop mit 500 mahliger Vergrößerung abwechselnd auf ihn und auf den Saturn. Der Umfang des Saturnkörpers ist so, wie ich ihn in der Beobachtung mit dem 40füßigen Teleskope beschrieben habe. Jupiter ist so wohl unter dem Aequator als unter den Polen stärker gekrümmt, als Saturn, der sich an diesen Stellen verhältnißmäßig viel flacher zeigt.

Mai, 12. Jupiter und Saturn wurden abwechselnd mit meinem großen 10füßigen Teleskope von 24 Zoll Oeffnung betrachtet. Offenbar sind beide in ihrer Gestalt sehr verschieden. Die Temperatur der Luft war so veränderlich, daß größere Spiegel nicht gut wirkten.

Mai, 13.; 10füßiger Reflector, 300fache Vergrößerung. Die Schatten des Ringes auf dem Planeten und des Planeten auf dem Ringe sind ganz schwarz und nicht von dem dämmerigen Ansehen (*dusky colour*) des Himmels rund um den Planeten, oder des Raums zwischen dem Ringe und dem Planeten und zwischen den beiden Ringen. Der nachfolgende nördliche Theil des Ringes ist durch den Schatten des Saturns wie abgeschnitten; der Schatten des Ringes liegt südlicher, hart an die

Projection des Ringes. Die Scheibe hat genau die Gestalt, wie in dem 40 füssigen Teleskope; ich sah sie so bestimmt, daß daran gar kein Zweifel seyn kann. Da der Abend sehr ruhig und heiter war, so maß ich zwei Mahl die Lage der Stellen der größten Krümmung; ich fand sie $45^{\circ} 21'$ und $45^{\circ} 41'$. Nach dem Augenmaße schien ihre Breite nicht ganz 45° zu seyn.

Ich verglich wieder Jupiter und Saturn. Die Figur beider ist zuverlässig verschieden, Saturn ist so wohl an den Polen als am Aequator abgeplatteter, dagegen in den Breiten von 46 bis 48 Graden stärker gekrümmt als Jupiter. Je öfter ich die Vergleichung wiederholte, desto auffallender wurde mir diese Verschiedenheit.

Mai, 26.; 10 füssiger Reflector, 400 mahlige Vergrößerung. Ich maß den Durchmesser Saturns an den Stellen der größten Krümmung und unter seinem Aequator, jedes Mahl zwei Mahl, mit einem Mikrometer mit zwei parallelen Drähten; erstern fand ich $11'',98$, letztern $11'',27$; doch wahrscheinlich zu klein. Schon das Auge nimmt den Unterschied in den Durchmessern wahr; der größte ist der an den Stellen der größten Krümmung (deren Breite nicht volle 45° zu betragen scheint); dann folgt der Durchmesser des Aequators; der durch die Pole ist der kleinste.

Mai, 27. Der Abend war sehr günstig und ich wiederholte die vorige Messung; der Durch-

messer durch die Stellen der größten Krümmung ist $11''{,}88$, der Durchmesser des Aequators $11''{,}44$.

Jun, 1. Da sich der feste Draht des Mikrometers mit großer Genauigkeit in die Richtung des Ringes bringen läßt, so mußte sich auf diese Art die Breite der Stellen, wo die Krümmung am größten ist, genauer als auf die vorige Art messen lassen. So gaben zwei Messungen der Breite, welche ich an der südlichen Stelle der größten Krümmung an der voran gehenden Seite machte, $43^{\circ} 26'$ und $43^{\circ} 13'$.

Jun, 2. Um jeder Täuschung, die von der Krümmung des Augenglases herrühren konnte, zu entgehen, betrachtete ich Jupiter und Saturn abwechselnd nur mit 300 mahliger Vergrößerung; ihre Gestalt unterschied sich wieder auf die beschriebene Art. Diese Verschiedenheit war noch bei 200 facher Vergrößerung offenbar, und selbst bei 160 facher Vergrößerung so deutlich, daß darüber kein Zweifel seyn konnte. Diese geringern Vergrößerungen zeigen die Gestalt des Planeten vollkommen gut, bei dem größern Gesichtsfelde gehen die Sterne nicht so schnell durch das Teleskop hindurch, und lassen sich daher mit größerer Aufmerksamkeit betrachten.

Ich verglich mit der Erscheinung Saturns im Teleskope eine Zeichnung, die ich nach den angestellten Messungen, verbunden mit meinen Bestimmungen des Aequatorial- und des Polar-Durchmessers im J. 1789, gemacht hatte. Der größte Durchmesser war in der Zeichnung noch etwas zu

lang; ich verkürzte ihn, wodurch er sehr nahe der Messung vom 27. Mai entsprach, und nun zeigte ein abermahliges Zusammenhalten mit der Erscheinung in dem Teleskope, dafs diese Zeichnung alle Genauigkeit hatte, welche sich ihr nach dem blofsen Urtheile des Auges geben läfst. Eine getreue Nachbildung dieser Zeichnung sieht man hier (auf Taf. II, in Fig. 1). Es verhalten sich in ihr die drei Durchmesser, durch die Pole, durch den Aequator, und durch die Stellen der grössten Krümmung, wie 32 : 35 : 36, und die Breite des grössten Durchmessers ist $43^{\circ} 20'$.

Die vorstehenden Beobachtungen über die Gestalt des Saturnkörpers werden Veranlassung zu schwierigen Berechnungen geben, durch die sich vielleicht die Masse des Rings und seine Dichtigkeit werden ausmitteln lassen. Sie lehren uns zugleich einen neuen Einflufs der Gravitation auf die Gestalt der Planeten kennen; denn beim Saturn haben wir die widerstreitenden Wirkungen zweier Centripetal- und zweier Centrifugal-Kräfte zu betrachten, da die Achsenumdrehung des Ringes so wohl als des Planeten in einem meiner frühern Aufsätze dargethan ist.

Der vorstehende Aufsatz des Dr. Herschel war in England kaum bekannt geworden, als in *Nicholson's Journal*, März 1806, von einem anonymen Beobachter einige Zweifel gegen die Richtigkeit der Wahrnehmung und gegen die Wirklichkeit der anomalen Gestalt des Saturns erregt wurden. Er wunderte sich,

dafs keiner der andern Astronomen, die mit richtig darstellenden Teleskopen, mit stärkern als 160fachen Vergrößerungen, ausgerüstet waren, die merkwürdige Figur Saturns wahrgenommen hat. Herschel selbst habe sie erst mit seinem 10füßigen Teleskope von 2 Fufs Oeffnung erblickt, und dann erst bemerkt, dafs die andern Reflectoren sie auf gleiche Art zeigen. Da Herschel in frühern Zeichnungen den Saturn sphäroidisch dargestellt habe, so dürfe es rathsam seyn, sich nicht eher in irgend eine schwierige Berechnung über diese Materie einzulassen, bevor man sich nicht völlig überzeugt haben werde, dafs Herschels Teleskope die Gestalten der Planeten genau darstellen, welches jetzt etwas zweifelhaft werde. Bei der im April bevorstehenden Opposition des Saturns mit der Sonne werde sich darüber volle Auskunft verschaffen lassen. Das Folgende beweise, wie nöthig eine solche Untersuchung sey. „Man stelle vor einen Hohlspiegel eine „kreisrunde oder sphärische Figur, und zwar neige „man den Spiegel so, dafs, wenn die Figur sich über „dem Haupte des Beobachters befindet, sie im Mittelpunkte des Spiegels erscheine. Je nach dem sie innerhalb oder aufserhalb der Brennweite gesehen wird, „erscheint sie nach senkrechter oder nach horizontaler „Richtung oval, und um so ovaler, je mehr der Winkel vergrößert wird.“ Dr. Herschel scheint in dem folgenden Aufsatze auf diese Aeußerungen Rücksicht genommen zu haben.

Berechnungen der Art, wie Dr. Herschel sie andeutet, hat seit dem einer unserer Landsleute, Herr Bessel in Lilienthal, mit vielem Scharfsinne angestellt: *Ueber die Figur des Saturns, mit Rücksicht auf die Attraction seiner Ringe*, in der *Monathl. Correspond.* des Freih. von Zach, März 1807. Das Resultat dieser Berechnungen ist, dafs die Attraction der Ringe die el-

liptische Figur des Planeten nicht merklich ändert. „Die Herschel'sche Beobachtung,“ fügt Herr Bessel hinzu, „ist also mit unserer Rechnung unverträglich, und die Theorie giebt nicht den leisesten Wink zu ihrer Bestätigung. Nichts desto weniger läßt sich die absolute Möglichkeit der beobachteten Figur nicht läugnen, denn es ist nicht bewiesen, daß Saturn Anfangs flüssig war; aber wenn er es war, kann er keine andere als eine sehr nahe elliptische Figur haben.“ Herr Bessel zeigt ferner, daß Dr. Herschel's Beobachtungen nicht in die Zeit fallen, wenn eine Abweichung von der elliptischen Gestalt sich am vortheilhaftesten unterscheiden läßt; daher entstanden aus dem Umstande, daß noch nie ein Astronom diese Eigenthümlichkeit Saturns bemerkt habe, sehr wichtige Zweifel gegen die Herschel'sche Beobachtung. „Der Justizrath Schröter,“ fährt er fort, „der mit den vortrefflichsten Teleskopen versehen, und mit dem bewundernswürdigsten Beobachtungstalente ausgerüstet ist, hat nie eine Spur einer Erscheinung, wie Dr. Herschel sie in den *Philos. Transact. for 1805* beschreibt und abbildet, wahrgenommen, und selbst nach erhaltener Nachricht von der Herschel'schen Beobachtung konnte nichts davon unterschieden werden, durch einen neuen, sehr vorzüglichen, funfzehnfüßigen Reflector.“ Hr. Bessel erklärt sich daher für geneigt, die Herschel'sche Beobachtung für eine optische Täuschung anzusehen.

Also auch hierin ein Widerstreit zwischen den beiden großen Beobachtern mit mächtig wirkenden Teleskopen, wie bei der Rotation der Ringe, welchen letztern zu heben Herr La Place versucht hat. Daß Dr. Herschel sich habe durch einen optischen Betrug täuschen lassen, ist schwer zu glauben, wenn man seine beiden Aufsätze gelesen hat. Bei der Bildung Saturns müssen Ursachen ganz eigener Art mit eingewirkt ha-

ben, davon sind die Ringe ein offener Beweis; es ist nicht unmöglich, daß dieselbe Ursache die anomale Gestalt des Planeten hervor gebracht habe, diese also gleichzeitig mit den Ringen entstanden sey; und dieses scheint selbst eine wahrscheinlichere Hypothese, als die, zu seyn, von der Herr Bessel bei seiner Berechnung ausgeht, daß nämlich, als die Ringe schon ihre jetzige Gestalt und Natur hatten, Saturn noch eine flüssige Masse gewesen sey, die in ihrer Mitte geschwebt habe. Er zeigt, daß in diesem Falle die Anziehung der Ringe keine Abweichung von der elliptischen Gestalt hätte bewirken können; damit ist aber nur Herschel's Gedanke von der Ursache der anomalen Gestalt Saturns widerlegt; ein Gedanke, der an sich schon, bei genauerem Nachdenken, als unwahrscheinlich erscheinen müßte, da schwerlich die Ringe eher als der Saturnkörper, sondern beide gleichzeitig, durch einerlei Ursachen, die uns noch verborgen sind, ihre Natur und jetzige Gestalt angenommen haben.

Gilbert.

*Fernere Beobachtungen und Bemerkungen über die Gestalt, das Klima, und die Atmosphäre Saturns und seines Ringes *).*

Meine vorjährigen Beobachtungen über die sonderbare Gestalt des Saturns haben die Astronomen auf diesen Gegenstand aufmerksam gemacht; er bedarf noch weiterer Untersuchung.

Da die Achse des Planeten und die des Ringes bei dem Umlaufe Saturns um die Sonne in unveränderter paralleler Lage bleiben, so müssen in der Erscheinung der Scheibe eben so gut, als in denen

*) *Philosoph. Transactions*, 1806.

Gilbert.

des Ringes, Verschiedenheiten nach der verschiedenen Lage der Planeten in seiner Bahn entstehen; doch werden diese immer so klein seyn, daß nur Beobachter, die an das Sehen so kleiner Gegenstände gewöhnt, und mit lichtvollen Instrumenten, welche große Vergrößerungen zulassen, versehen sind, hoffen dürfen, sie wahrzunehmen. Wäre der Aequator des Jupiters gegen die Ekliptik, so wie der des Saturns, geneigt, so zweifle ich nicht, daß wir in seiner Gestalt, während der Zeit eines synodischen Umlaufs, beträchtliche Veränderungen gewahr werden würden; und doch ist seine durch den Umschwung um seine Achse entstandene sphäroidische Gestalt an den Polarregionen lange nicht so stark und so weit abgeplattet, als dieses auf dem Saturn der Fall ist. Der Aequator des Saturns hat eine solche Lage, daß während jeder Umdrehung desselben eine Verschiedenheit im Aspecte des Planeten entsteht, die bis auf 62° steigt; über dies weicht seine Gestalt von der gewöhnlichen sphäroidischen ab, woran die Anziehung des Ringes Schuld zu seyn scheint. Man ist daher berechtigt, zu erwarten, daß unsere jetzigen Teleskope Verschiedenheiten in dem Ansehen der Scheibe zeigen werden, besonders da ich nun darauf aufmerksam gemacht habe.

Ich habe im J. 1789 das Verhältniß des Aequatorial-Durchmessers zu dem des Polar-Durchmessers wie 22,81 : 20,61 gefunden, und an diesen Zahlen hat unstreitig die Einwirkung des Ringes

auf die Gestalt des Planeten Antheil; diese Einwirkung war aber damahls noch nicht durch directe Beobachtung wahrgenommen worden. Nachmahls bestimmte ich die Umdrehungszeit des Planeten durch Veränderungen, welche sich in der Configuration der Banden zeigen, und nahm Zeichnungen auf, welche die verschiedene Lage der Flecke in diesen Banden darstellen, und in denen ich dem Planeten, auf dessen Gestalt es nicht ankam, eine Kreisgestalt gab. Wer sich über die große Verschiedenheit verwundert, die zwischen dieser und andern Zeichnungen, die ich bei Gelegenheiten gegeben habe, wo von der besondern Gestalt des Planeten nicht die Rede war, und zwischen der Figur in meinem letzten Aufsatze [Taf. II. Fig. 1.], bei der ich allein die Absicht hatte, diese Gestalt darzustellen, Statt findet, — kann schwerlich meine Messung des Aequatorial- und des Polar-Durchmessers [*Philos. Transact. for 1790. p. 17.*] gelesen haben. In meiner letzten Zeichnung, welche den Saturn so vorstellt, wie er sich am 5. Mai 1805 mir zeigte, habe ich genau das 1789 gefundene Verhältniß zwischen den Durchmessern des Aequators und durch die Pole beibehalten; sie weicht von der frühern Zeichnung der sphäroidischen Gestalt des Saturns von 1789 bloß darin ab, daß an den Polen die Abplattung etwas weiter nach dem Aequator zu reicht *). Diese weiter

rei-
*) Hr. Herschel fügt diesem Aufsatze einen Nachstich beider Figuren zur bequemern Vergleichung bei; meinen Lesern wird die erste Figur auf Taf. II. genügen. *Gilb.*

reichende Abplattung, oder irgend eine andere Ursache, haben in 40 oder 45 Grad nördlicher und südlicher Breite eine etwas grössere Krümmung als sonst bewirkt; und da das nur sehr wenig beträgt, so darf man sich nicht wundern, daß ich diesen Umstand 1789 übersehen habe, als das Messen der beiden Hauptdurchmesser meine ganze Aufmerksamkeit beschäftigte.

Wie beim Beobachten sehr kleiner Gegenstände Vergrößerungen von verschiedener Stärke zu brauchen sind, scheint nicht jeder zu verstehen. Schwache, 200fache oder 160fache Vergrößerungen, mit denen ich die Gestalt Saturns erkannt habe, vermögen nicht, sie jemanden wahrnehmbar zu machen, der sie nicht schon durch starke Vergrößerung vollkommen gut gesehen hat. Beobachter, die kein Instrument besitzen, das bei 500mahliger Vergrößerung völlige Deutlichkeit behält, dürfen daher nicht erwarten, den Umfang Saturns so scharf und gut begrenzt zu sehen, daß sie die Gestalt desselben richtig auffassen können. Die fünffache Bande giebt hierbei ein gutes Kriterium ab; man sieht sie nicht, wenn das Teleskop zu dieser Absicht nicht ausreicht. Haben wir uns aber einmahl von der Wirklichkeit der Erscheinung, die ich aufgefunden habe, vollkommen überzeugt, so können wir allmählich zu schwächeren Vergrößerungen fortgehen, um uns zu versichern, daß die starke Krümmung, welche bei jenen Vergrößerungen die Augengläser haben, keine Täuschung in

der zu untersuchenden Gestalt veranlaßt haben; und dieses ist die einzige Ursache, warum ich angeführt habe, daß die merkwürdige Gestalt Saturns sich mir auch bei kleinen Vergrößerungen gezeigt hat.

Am 5. Mai 1805 konnte der sichelförmige nicht erleuchtete Theil der uns sichtbaren Saturnscheibe nicht die Breite von 0,01 Sekunde haben, wie sich leicht aus der Lage Saturns gegen die Sonne und die Erde berechnen läßt. Hieraus kann also gar kein Irrthum bei der Wahrnehmung entstanden seyn.

Ich stelle hier zuerst meine *fernern Beobachtungen über die Gestalt des Saturns* zusammen, und lasse dann die Beobachtungen folgen, welche die physikalische Beschaffenheit, oder das Klima und die Atmosphäre dieses Planeten betreffen.

In der Sammlung meiner Saturns-Beobachtungen habe ich eine gefunden, die schon achtzehn Jahre alt ist, und ganz hierher gehört. Sie ist folgende: „August 2, 1788; 21^{St.} 58'; 20försiger „Reflector; 300 mahlige Vergrößerung. Nimmt „man an, daß der Aequator des Saturns in der „Ebene des Ringes liegt, so ist der Planet offenbar „an den Polen abgeplattet. Ich habe oft zuvor, „und wieder diesen Abend angenommen, die Gestalt Saturns sey nicht sphäroidisch (wie die des „Mars und des Jupiters), sondern stärk an den „Polen abgeplattet und auch ein wenig abgeplattet an „dem Aequator; doch dieses bedarf genauerer „Beobachtungen.“

April 16, 1806. Ich untersuchte die Gestalt des Saturns mit dem 7 füssigen und mit dem 10 füssigen Teleskope. Beide zeigten sie auf dieselbe Art; und dürfte ich nach den gegenwärtigen Erscheinungen schliessen, so müßte ich annehmen, der Planet habe eine bedeutende Veränderung erlitten.

April 19; 10 füssiges Teleskop; 300 mahlige Vergrößerung. Die Polarregionen sind stark abgeplattet. Die Gestalt des Planeten ist ein wenig von der vorjährigen verschieden. Dieses rührt wahrscheinlich daher, daß der Ring jetzt mehr offen ist, und in höhern Breiten, als im vorigen Jahre, die Krümmung an vier Stellen dem Auge entzieht, indess die Aequatorial-Gegend sichtbarer ist.

Mai 2; 10 füssiges Teleskop; 375 mahlige Vergrößerung. Die Polarregionen sind viel flacher als die am Aequator, welche jetzt, da sie freier liegen, stärker gekrümmt als vorm Jahre erscheinen. Diese kleine Veränderung in der Gestalt läßt sich der Veränderung des Aspects zuschreiben.

Mai 4; 10 füssiges Teleskop; 527 mahlige Vergrößerung. Die Aequatorialregion scheint etwas erhabener zu seyn als vorm Jahre; sie liefs sich damahls nicht so gut als jetzt, da sie offener liegt, untersuchen. Die Abplattung an den Polen reicht weiter als auf einem Sphäroid, und das macht, daß Saturn in einer gewissen Breite am stärksten gekrümmt ist.

Mai 5; 10füßiges Teleskop; 527 mahlige Vergrößerung. Die Luft ist sehr günstig, und ich sehe den Planeten scharf begrenzt. Die Gestalt ist von der vorjährigen ein wenig verschiedeh. Die Abplattung der Polarregionen reicht weiter, als es der Fall seyn würde, rührte sie bloß von der durch die Achsenumdrehung bewirkten Centrifugalkraft her. Die Aequatorialregion ist ein wenig erhabener, als sie vorm Jahre erschien. Der Durchmesser in 40 bis 45 Grad Breite ist dem Scheine nach ein wenig größer als der Durchmesser des Aequators, und die Krümmung in dieser Breite am größten. Da Saturn im Meridian steht, und die Nacht schön ist, so sehe ich die Gestalt desselben vollkommen. Sie hat sich seit dem vorigen Jahre nicht verändert, aufser in dem, was von der veränderten Lage des Planeten und der größern Oeffnung des Ringes abhängt.

Mai 9; 527 mahlige Vergrößerung. Die Luft ist sehr klar, und ich sehe die Gestalt Saturns sehr nahe eben so als vorm Jahre. Die Abplattung an den Polen scheint jetzt etwas kleiner zu seyn; die Gegenden um den Aequator und die übrigen haben noch dasselbe Aussehen.

Mai 15; 10St 30'. Ich verglich die Erscheinung Saturns im Teleskope mit meiner vorjährigen Abbildung (Taf. II. Fig. 1.). Alles ist in diesem Kupferstiche weit deutlicher und bestimmter, als man es im Teleskope mit einem Mahle übersehen kann; es ist aber eben der Zweck eines Kupferstichs, daß er alles in sich vereinigen soll, was

bei wiederholtem und gelegentlichem glücklichen Blicke sich uns entdeckt hat. So stellt z. B. Tobias Mayer's schätzbare Mondkarte den Mond so vor, als man ihn nie in einem Teleskope sieht. Der Aequatorial-Durchmesser ist in meiner vorjährigen Abbildung etwas zu kurz; das Verhältniß beider sollte seyn $35,41 : 32$, wie ich es 1789 bestimmt, und davon abzugehen bis jetzt keine Ursache gefunden habe. Das andere bleibt, wie ich es dargestellt habe. Ich sehe die fünffache Bande, den Streifen der beide Ringe trennt, einen sehr schmalen Schatten des Ringes der quer über den Saturn geht, und auf dem nachfolgenden Theile des Ringes den breitem Schatten des Planeten selbst. Wenn nicht alles dieses deutlich sichtbar ist, so darf man nicht erwarten, durch das Fernrohr die Umriffe des Planeten gut genug zu sehen, um das Eigenthümliche seiner Gestalt gewahr zu werden.

Mai 18. Der Durchmesser durch die Pole scheint nicht ganz so viel kleiner als der Durchmesser durch den Aequator zu seyn, als meine Messung vom 14. Sept. 1789 angiebt; damahls war aber das Auge in der Ebene des Aequators, und jetzt steht es 16° über derselben; wir dürfen daher auch nicht erwarten, jetzt den Planetenkörper eben so stark abgeplattet zu sehen, als damahls.

Juni 9. Die Luft ist sehr heiter, und zu genauen Beobachtungen geschickt. Die Breite des Ringes verhält sich zu der Breite des Raumes zwischen dem Ringe und dem Planeten ungefähr wie

5 zu 4. Der Ring erscheint gekrümmt nach dem Körper des Planeten zu, und seine Innenseite ist wahrscheinlich von einer sphärischen oder vielleicht einer hyperbolischen Gestalt. Der Schatten des Ringes auf dem Planeten nimmt nach beiden Seiten an Breite zu, welches zum Theil eine Folge der Krümmung des Ringes ist, indem er mitten auf den Planeten mehr von dem Schatten verdeckt, als an den Seiten. Der Schatten des Planeten auf dem Ringe ist nördlich etwas breiter als südlich, so daß er mit dem Umriss des Planeten nicht parallel ist; so breit ist er nördlich nicht, daß er auf den Ring senkrecht stände. Die nördlichste der dunkeln Banden reicht an beiden Seiten nördlich bis an die Mitte der Breite des Ringes hinauf, und geht hier hinter den Planetenkörper; sie ist in der Mitte nach Süden gebogen.

Ich beobachtete nun den Jupiter, und verglich seine Gestalt mit der des Saturns. Beide sind offenbar von verschiedner Art. Um beide Gestalten richtig zu bezeichnen, sollte man Jupiter ein Ellipsoid, und Saturn ein Sphäroid nennen.

Beobachtungen periodischer Veränderungen der Farbe der Polarregionen Saturns. Ich habe in meinen Beobachtungen des Mars (*Philosoph. Transact.* 1784.) darauf aufmerksam gemacht, daß sich auf diesem Planeten eine periodische Abwechselung in der Ausdehnung und Helligkeit der nördlichen und der südlichen Polarflecke zeigt, und habe dabei den Gedanken geäußert, der Glanz könne von einer stärkern Zurückwerfung des Lichts von den

Gegenden, die gefroren sind, und die Verkleinerung der Flecke daher rühren, daß diese Regionen den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden. Die folgenden Beobachtungen leiten uns auf ähnliche Schlüsse in Hinsicht Saturns, oder dienen wenigstens dazu, auf diesen Gegenstand aufmerksam zu machen.

Starke Vergrößerungen erfordern mehr Helligkeit als schwächere; darauf läßt sich ein gutes Verfahren gründen, die relative Helligkeit der verschiedenen Theile eines Planeten zu bestimmen; und dieses habe ich mich bei den folgenden Beobachtungen bedient.

Jun 25, 1781. Oeffnung 6,3 Zoll; 46fache Vergrößerung. Der Planet Saturn erschien hierbei mit einer gelblichen Farbe, während der Ring in seiner vollen weissen Erleuchtung blieb.

November 11, 1793. Der ganze Raum von der fünffachen Bande bis zum Südpole ist von einer bleichen weislichen Farbe, die minder hell als die weissen Banden, und noch weit weniger hell als der Ring ist. Ich habe diese Erscheinung in den *Philosoph. Transact.* für 1794 abgebildet. Der Südpol war damahls lange von der Sonne beschienen worden, und die vorige Weise der Polarregion verschwunden.

Jan. 1, 1794. Die südliche Polarregion ist etwas weniger hell als die Aequatorial-Bande.

Nov. 5, 1796. Der Raum zwischen der fünffachen Bande und dem nördlichen Theile des Ringes ist von einem hellen Weiss. Dieses scheint an-

zuzeigen, daß die Weiße der nördlichen Halbkugel zunimmt, wenn sie von der Sonne weniger erleuchtet ist.

Mai 6, 1806. Da jetzt der Nordpol der Sonne ausgesetzt ist, so hat diese Region viel von ihrem Glanze verloren; dafür hat die Region um den Südpol ihre vorige Farbe wieder erlangt, und ist glänzender und weißer, als die Theile um den Aequator.

Mai 15. Die Süd-Polar-Regionen des Saturn sind weiß; auch die nördliche hat noch einige Weiße.

Mai 18. Mit 527 facher Vergrößerung bleiben die Gegenden um den Südpol ganz weiß; die Gegenden um den Aequator erhalten einen gelblichen Teint, und um den Nordpol ist die Färbung schwach und von trübem Weiß.

Juni 3. Die Gegend um den Südpol ist beträchtlich heller als die um den Nordpol.

Diese Beobachtungen contrastiren mit denen, die ich angestellt habe, als der Südpol beinahe ein halbes Saturnjahr hindurch sichtbar war, und die allmähliche Veränderung der Farbe der Polarregionen scheint durch sie ziemlich begründet zu seyn. Sollten sie sich noch mehr bestätigen, so werden wir einigen Grund haben, diese Veränderungen für eine Folge der Temperatur-Veränderung in den Klimaten des Saturns anzunehmen. Und wenn wir auch nicht die Weiße der Pole, zur Zeit, wenn an ihnen Winter ist, unmittelbar von Eis und Schnee ableiten wollen, so können wir sie wenig-

stens als eine Folge davon ansehen, daß dann die Dünste mehr die Gestalt von Wolken haben, welche, wie bekannt, mehr Licht zurück werfen, als die heitere Luft, durch die man den dunkeln Körper des Planeten deutlicher sieht. Eine solche Regelmäßigkeit in den abwechselnden Veränderungen an den Polen müßte wenigstens zwei oder drei Saturnsjahre hindurch beobachtet werden, ehe man zu Schlüssen dieser Art berechtigt ist.

Ueber die Atmosphäre des Saturns. Juni 9, 1806. Die Helligkeit an der nördlichen Polarregion ist nicht gleichförmig, sondern hier und da finden sich große dunklere Flecke, von einem wolkigen Ansehen. Aus dieser Beobachtung und aus den vorigen, welche auf eine periodische Veränderung der Temperatur auf den Saturn zu deuten scheinen, läßt sich schließen, daß Saturn eine Atmosphäre hat; denn der Oberfläche des Planeten selbst können wir so häufige Veränderungen nicht zuschreiben. Nehmen wir hierzu noch die Veränderungen, welche ich im Erscheinen der fünffachen Bande, und in der Art, wie sie sich zeigt, beobachtet habe, so können wir schwerlich mehr Beweise für die Existenz einer solchen Atmosphäre verlangen. Daß auch der Ring des Saturns eine Atmosphäre hat, habe ich in einem frühern Aufsatze wahrscheinlich gemacht.

Slough, nahe bei Windsor, 12. Juni 1806.

VI.

E i n i g e

*Erfahrungen und Gedanken über die elektrischen
Licht - Erscheinungen ;*

von

WILLIAM NICHOLSON in London *).

Ich habe mich vor vielen Jahren mit Versuchen über die Elektricität eifrig beschäftigt. Mehrere derselben theilte ich der königl. Societät mit, und sie sind in ihren Schriften für das Jahr 1789 eingedruckt worden. In dem drei und zwanzigsten Abschnitte dieses meines Aufsatzes erwähnte ich gewisse Veränderungen, welche sich in dem Lichte von Metallkugeln, die elektrisirt werden, zeigen, fügte aber keine Abbildung dieser Erscheinung bei, weil ich sie für eine andere Gelegenheit versparen wollte. Da sie bis jetzt bloße Zeichnung geblieben ist, so lege ich sie hier den Physikern vor, zugleich mit einem Auszuge aus meinen damahls geschriebenen Notaten.

Sept. 19, 1787. Eine kleine Kugel wurde positiv elektrisirt. Es fuhren Blitze oder geästelte Funken aus ihr heraus, und wenn die Intensität der Elektricität vergrößert wurde, so fing die Kugel selbst an, zu leuchten, während sie zugleich Blitze aussendete. Wurde die Elektricität noch viel stärker erregt, so hörten die Blitze auf; an

*) Aus dessen *Journal*, Vol. 13. p. 87.

Gilbert.

der Kugel zeigte sich ein Lichtkreis, der von dem Punkte ab, welcher am weitesten von dem die Kugel tragenden Stabe entfernt war, sich rings umher ungefähr bis auf 45 Grad verbreitete; zugleich ging von der Kugel ein heftiger Wind aus.

Ich nahm eine Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und zum Erregen der Elektrizität einen Cylinder von 9 Zoll Durchmesser, mit 8 Zoll langem Reibküssen. Wenn ich den Cylinder, der bloß mit einer Kurbel versehen war, langsam drehte, so entstand so viel Elektrizität, daß große Büschel von Licht ausströmten. Wurde schneller gedreht, so hörten die Blitze auf, der Lichtkreis verschwand, und in ihm zeigte sich ein heller Fleck, der sich in dessen Peripherie auf eine unregelmäßige Weise rund umher bewegte. Bei noch schnellerem Drehen brachen Lichtbüschel von einem sehr verschiedenen Ansehen von den vorigen hervor. Ihre Aeste waren minder hell, und es schossen ihrer mehrere zugleich mit einem rauhen Getöse hervor. An ihrem Ende, oder der Oberfläche der Kugel, waren sie grünlich, im Stamme röthlich, und sie verästelten sich früher. Manchmahl sah ich ein halbes Dutzend zugleich hervor brechen.

Ich nahm nun eine Kugel von 0,4 Zoll Durchmesser. Bei mäßigem Drehen zeigte sich ein dichter Lichtbüschel von ungefähr 2 Zoll Länge. Er verschwand bei stärkerem Drehen, und dafür wurde die obere Hälfte der Kugel leuchtend. Eine noch stärkere Erregung machte mehr als die Hälfte der

Kugel leuchtend, wie in Fig. 4. Kupfertafel II. dargestellt ist, und manchmal schofs ein sich verästelnder Blitz aus dem obersten Punkte der Kugel hervor: Bei dem allerstärksten Grade von Elektricität sah man manchmal noch andere Blitze seitwärts ausfahren; dieses geschah aber nur selten.

Das Licht war schwach, und schien ungefähr den doppelten Durchmesser der Kugel zu haben. Es erstreckte sich weiter als bis zur Hälfte herab, und breitete sich größten Theils seitwärts aus.

Nahm ich eine Kugel, die mehr als $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hatte, so gingen die Lichtbüschel von drei oder vier Stämmen zugleich aus, in einer Länge von 6 bis 7 Zoll, und waren von einem rauhen Getöse begleitet; ich konnte es dann durch schnelles Drehen nicht mehr dahin bringen, daß sie verschwanden, obgleich sie dann und wann, wenn am heftigsten gedreht wurde, für einen Augenblick aufzuhören schienen.

Sept. 20, 1787. Am folgenden Tage, als die Erregung beinahe, doch nicht völlig, so stark war, bemerkte ich, daß sich die vorige Ordnung dieser Erscheinungen mit Hülfe einer Metallspitze hervor rufen läßt. Es brachen nämlich auch jetzt wieder prächtige Büschel aus einer dreizölligen Kugel hervor, und diese waren durch stärkeres Drehen nicht zum Verschwinden zu bringen; als ich aber der Kugel einen zugespitzten Draht oder eine kleine Metallkugel näherte, zeigten sich folgende Wirkungen:

Befand sich die Spitze in großer Entfernung, so umgab den Stamm des Büschels ein heller Kreis leckenden Lichtes rund umher an der Oberfläche der Kugel. Brachte ich die Spitze näher, so verschwanden die Büschel, und man sah bloß einen ausnehmend glänzenden Fleck an der Oberfläche der Kugel, der manchmal an einer Stelle blieb, andere Male sich umher bewegte. Kam die Spitze noch näher, so sprühte dieser Fleck ramificirte Funken der zweiten Art aus, und zugleich erschien ein leckender (*lambent*) leuchtender Kreis. Der Fleck war nie im Mittelpunkte dieses Kreises, sondern bewegte sich in einiger Entfernung rund um den Kreis, unregelmäßig, manchmal nach einer, andere Mal nach entgegengesetzter Richtung, und stand manchmal ganz still.

Diese beiden Arten von Büschel waren ganz dieselben, als die von gestern. Der zuerst erscheinende Büschel hatte einen geraden Stamm, dann einen gebrochenen oder weniger leuchtenden Theil, über welchen hinaus lauter einzelne, wie Baumwolle aussehende, Lichtfäden, nach den Richtungen der Halbmesser einer Kugel sich rings umher verbreiteten, wie in Fig. 2. Taf. II. abgebildet ist. Die letzten, ramificirten Funken, Fig. 3, hatten in ihrer Mitte einen geraden Stamm, aus welchem scharf gezeichnete Aeste fast unter rechten Winkeln ausgingen. Sie hatten sehr viel mehr Aehnlichkeit mit einem entblätterten Baume. Der zweite Büschel

war nicht breiter, wohl aber kleiner in seinen Dimensionen, als der erste.

Hielt ich die kleine Kugel von 0,4 Zoll Durchmesser in einiger Entfernung von der $2\frac{1}{2}$ zölligen Kugel, während diese elektrisirt wurde, so zeigte sich seitwärts an derselben, am entferntesten von der kleinen Kugel, die erste Art von Büschel, während zugleich Funken oder Büschel der zweiten Art nach der kleinen Kugel zu sprangen, und das leckende Licht an der Oberfläche der Kugel erschien.

Dieses sind die allgemeinen Thatfachen, welche ich beobachtet habe; ich zweifle indess keinen Augenblick, daß sich, bei Wiederholung derselben, nicht manche Modification dieser elektrischen Licht-Erscheinungen zeigen werde.

Sie können dazu dienen, unsere Begriffe über die Natur des elektrischen Funkens zu berichtigen. Hr. Biot in Paris hat in einem seiner neuesten Aufsätze *) die sinnreiche Vermuthung geäußert, das Licht und die Hitze der elektrischen Funken möchten wohl durch eine mechanische Compression der atmosphärischen Luft hervor gebracht werden. Es ist indess sehr die Frage, ob sich diese Annahme damit vereinigen läßt, daß wir elektrische Funken im Oehle erscheinen sehen; und ob sie mit einigen atmosphärischen Phänomenen in Har-

*) In diesen *Annalen*, J. 1805. St. 5. oder B. XX. S. 99.

monie zu bringen ist, bei welchen, wie erzählt wird, leuchtende Kugeln sich nur mit kleiner Geschwindigkeit fortbewegt haben; und ganz besonders mit der langsam sich bewegendem künstlichen Feuerkugel, welche einst, wie Priestley in seinem Werke über die Luft anführt, von Walthire, aber nur ein einziges Mahl, gemacht worden ist.

Bedenkt man, daß ein Eisentheilchen, welches bei der gemeinen Art, Feuer anzuschlagen, abgerissen und in Brand gesetzt wird, wegen der Lebhaftigkeit, mit der es verbrennt, ein Körper von beträchtlicher GröÙe zu seyn scheint, obgleich mehrentheils das Metall kein Kügelchen von ein Taufendstel Zoll im Durchmesser bilden würde; bedenkt man ferner, auf welche außerordentliche Erhöhung der Temperatur das Entzünden von Metall-Drähten aller Art, durch elektrische Funken, hindeutet, besonders bei den schönen und überraschenden Versuchen, welche Herr Dr. van Marum bekannt gemacht hat; erinnert man sich endlich, daß eine Metallkette, so oft ein elektrischer Schlag hindurch geht, immer etwas an Gewicht verliert, und daß man nie Funken zwischen unverbrennlichen Körpern wahrnimmt; — so hat man, wie es mir scheint, bedeutende Gründe, jene Annahme dahin zu modificiren, daß der elektrische Funke, wo nicht aus Theilchen des Körpers, aus welchen er hervorbricht, besteht, wenigstens von solchen Theilchen begleitet wird.

Sind nicht die atmosphärischen Feuerkugeln oder leuchtenden Meteore, die Sternschnuppen und die Aërolithen, elektrische Funken von ungeheurer Gröſſe?

Wenn irgend eine leuchtende Kugel mit kleiner Winkelgeschwindigkeit durch unsern Gesichtskreis ginge, so würde sie wie eine Linie oder ein Streifen von Licht erscheinen, und wenn sie in Stücke zerpränge, so würden wir viele divergirende Linien sehen. Sollten nicht die elektrischen Büschel Erscheinungen dieser Art nach einem kleinen Maſſſtabe ſeyn?

Es würde nicht ſchwer ſeyn, dieſe Speculationen auf Fig. 2 und 3 der vor uns liegenden Kupfertafel anzuwenden. Doch es gebricht uns an Thatſachen, nicht an Vermuthungen; ich verfolge dieſen Faden daher nicht weiter.

Taf. I.

Fig. 1.

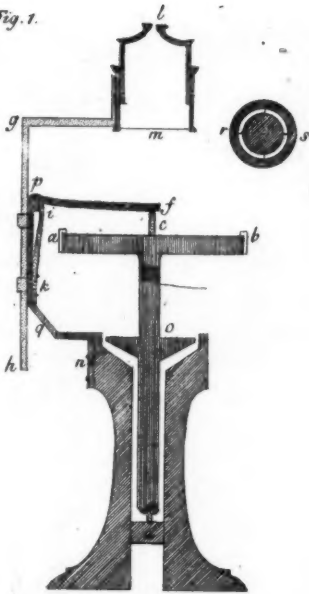


Fig. 2.

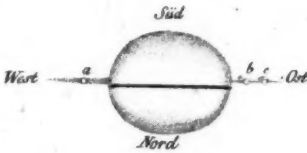


Fig. 3.

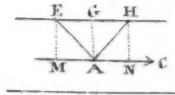


Fig. 3.

Gill. N. Ann. d. Phys. 7. B. 1. H.

Sind nicht die atmosphärischen Feuerkugeln oder leuchtenden Meteore, die Sternschnuppen und die Aërolithen, elektrische Funken von ungeheurer Gröſſe?

Wenn irgend eine leuchtende Kugel mit kleiner Winkelgeschwindigkeit durch unsern Gesichtskreis ginge, so würde sie wie eine Linie oder ein Streifen von Licht erscheinen, und wenn sie in Stücke zerspränge, so würden wir viele divergirende Linien sehen. Sollten nicht die elektrischen Büſchel Erscheinungen dieser Art nach einem kleinen Maſſſtabe ſeyn?

Es würde nicht schwer ſeyn, diese Speculationen auf Fig. 2 und 3 der vor uns liegenden Kupfertafel anzuwenden. Doch es gebricht uns an Thatſachen, nicht an Vermuthungen; ich verfolge diesen Faden daher nicht weiter.

Taf. I.

Fig. 1.

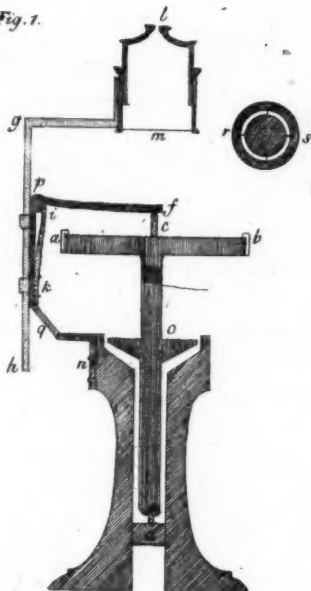


Fig. 2.

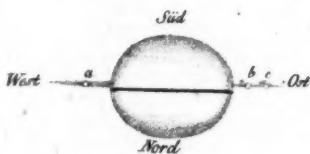
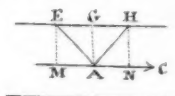


Fig. 3.



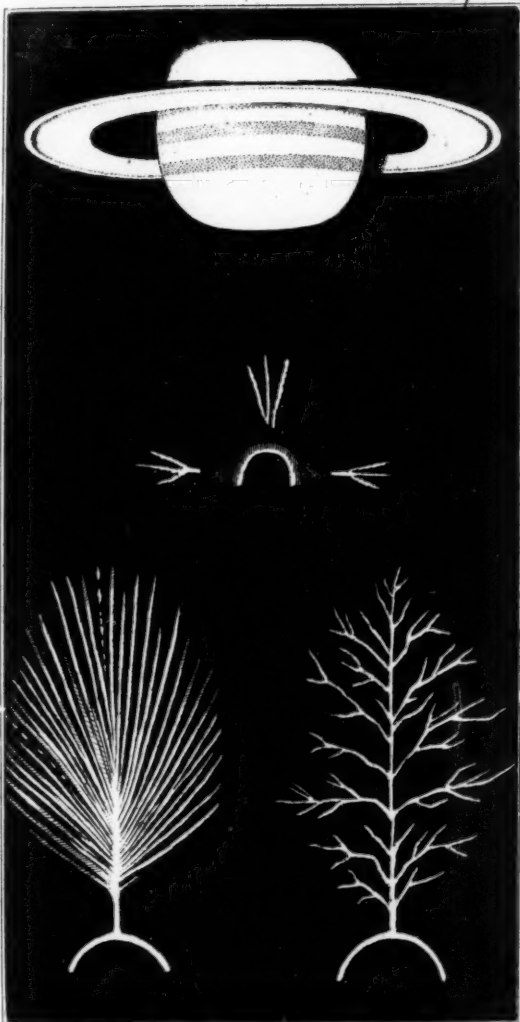


Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 2.

Fig. 3.



J

M

m

E

bel

rein

bef

nur

o,8

Beh

?

..

Ann

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1810, ZWEITES STÜCK.

I.

Mineralogische, antiquarische und chemische Bemerkungen über eine Goldmünze König Philipp's von Macedonien;

von

JOHANN FABBRONI zu Florenz,
Corresp. d. franz. Instit.

Mit einigen Anmerkungen von D'Arcet *).

Es wird von den Naturforschern fast einstimmig behauptet, das gediegene Gold komme nie ganz rein vor, sondern sey immer mit andern Metallen, besonders mit Silber, legirt; das allerfeinste sey nur von 21 bis 22 Karat, und enthalte also kaum 0,875 bis 0,917 Gold. Plinius ist ihnen in dieser Behauptung vorangegangen **). Der Goldstaub, der

*) Uebersetzt aus der italienischen Urschrift in den *Annales de Chimie*; und hier frei bearbeitet von Gilbert.

**) Nach ihm enthält alles Gold Silber, (das von Albicrate in Gallien am wenigsten, nämlich nur $\frac{1}{3}$.) ist das Gold in Blättern das vollkommenste, und bedarf alles in Bergwerken gewonnene Gold nicht erst der Schmelzung, son-

aus Afrika zu uns kommt (und sich bekanntlich in Bambuck findet), ist gewöhnlich innerhalb dieser Grenzen; ich habe 22 karatigen, oder von 0,917 Gehalt, in Händen gehabt. In der Münze zu Florenz hat man neulich Goldstaub zu 25 Karat, oder 0,958 Gehalt, gehabt, der aus Marokko gekommen war.

In den ältern Zeiten hat man wahrscheinlich das gediegene Gold, so wie es sich fand, verprägt; denn es läßt sich kein Grund denken, warum man sich hätte die Mühe geben und die Kosten machen sollen, es zuvor zu läutern.

Für die älteste uns bekannte Goldmünze hält man die zu Cyrene in Afrika gegossene oder geschlagene, von Battus IV, der ein Zeitgenosse des Pisistratus war; das Korn derselben scheint nicht bekannt zu seyn. Von den griechischen Goldmünzen, die sich in unsern Münzsammlungen finden, sind die ältesten die schönen Münzen Philipp's, des Vaters Alexander's des Großen. Dieser unternehmende Mann, der von seiner Jugend an nach dem macedonischen Throne und nach der Herrschaft über Griechenland strebte, hatte das Glück, reiche Goldbergwerke zu finden, aus denen er großen Vorthail zu ziehen wußte. Der Berg Pangäus lieferte ihm jährlich für 5,229,000 franzöf. Franken an Werth, und in diesem Golde

deru ist gediegenes und vollkommenes Gold. Da er indess an einer andern Stelle das Blei für dehnbarer und schwerer als das Gold ausgiebt, so habe er, meint d'Arcet, nur Legierungen von Gold gekannt. *Gilbert.*

hatte er das mächtigste Hülfsmittel, seine politischen Plane durchzusetzen, und seine militärischen Talente geltend zu machen. Es ist unbekannt, ob mit Philipp's Golde vor dem Münzen besondere Proceffe vorgenommen wurden; wahrscheinlich verprägte man es so, wie man es fand *).

Einen *Stater* (so nannten die Perfer und die Macedonier diese Goldmünzen) vom Könige Philipp hat Patin probirt, und ihn $23\frac{1}{2}$ Karat fein gefunden, oder zu 0,979. Es läßt sich nicht glauben, daß die Münzer dieses Königs das Gold sollten fein gemacht haben, um dann $\frac{1}{48}$ Legierung hinzu zu schmelzen; viel natürlicher ist der Gedanke, daß das Gold sich sogleich in dieser Feinheit gefunden habe. Bei dem Reichthume der Goldbergwerke, die Philipp besaß, bedurfte er keiner Verlängerung des Goldes; und bei seinem Bestreben, großmüthig zu erscheinen, würde er schwerlich zugeben haben, daß seine Münzer das gediegene Gold verfälscht hätten; oder wäre das seiner Politik gemäß gewesen, so würde er es stärker haben versetzen lassen **). Es scheint folglich,

*) Aus Plinius scheint zu erhellen, daß das Gold sich im Innern der Erde rein genug fand, um ohne alle Vorbereitung verschmolzen zu werden. F.

**) Herr Mongez hat von mir die Analyse einer alten Münze mit dem Bildnisse Philipp's erhalten, welche ebenfalls beweiset, daß man unter diesem Könige von der Natur gegebene oder wenigstens unbekannte Metall-Mischungen vermünzte; denn sie bestand aus 0,368 Silber, 0,184 Gold und 0,448 Kupfer. Daß es Münz-Vorschrift gewesen sey, eine so zusammen gesetzte Legierung zu machen, läßt

dafs das Gold in seinem Bergwerke von Natur 23 und $\frac{1}{2}$ karatig (0,979) war, hat sich anders Patin in seiner Probe einer Goldmünze Philipp's nicht geirrt; und diese Thatfache verdiente durch neue Versuche bestätigt zu werden.

Der als Mathematiker berühmte Cavaliere F o s s o m b r o n i hatte beim Graben des Fundaments zu einem Hause bei Arrezzo einen sehr gut erhaltenen Stater König Philipp's gefunden. Es wurde ihm der Wunsch geäußert, seine Antike zu einer Prüfung des Gewichts und der chemischen Beschaffenheit dieser Goldmünze zu bestimmen, und er fand sich sogleich bereit, mit ihr der Wißbegierde der Gelehrten ein Opfer zu bringen.

Auf dem Avers der Münze, so wie auf dem der mehresten Münzen Philipp's, steht der Kopf Apollo's; auf dem Revers ein Wagen mit zwei Pferden, der im Fahren ist; in der Exerge steht sein Name. Auf den Stateren dieser Art findet man unter den Beinen der Pferde ein Monogramm oder irgend ein Zeichen, welches den Münzort anzeigt; auf dem Stater von Arrezzo einen Dreizack, welcher Trözene bedeutet.

Bestimmung des Schrots.

Das reiche Münzkabinett in der Gallerie zu Florenz besitzt 14 Stateren des Königs Philipp.

sich nicht denken, da man damahls die Mischung lange so genau nicht zu bestimmen vermochte, als wir es jetzt mit dem bloßen Probirsteine, den Probirnadeln und der präparirten Säure thun.

d'Arcet.

Eilf derselben haben dasselbe Avers und Revers als der von Arrezzo, aber nur ein einziger dasselbe Münzzeichen. Zwei dieser Stateren, von ganz gleichem äusseren Ansehen, wogen jeder genau 176 florentiner Gran (8,624 Grammes); genau eben so viel ein dritter, dessen Monogramm aus einem grossen K und kleinen o zusammen gesetzt ist; ein vierter mit einem Blitze; ein fünfter mit einer Vase, und ein sechster mit einem Weizenkorne, dem Zeichen von Leontini. Dieses übereinstimmende Gewicht der 6 schwersten Stateren, die auf uns gekommen sind (man kennt unter den griechischen keinen schwereren), berechtigt uns, zu schliessen, dass es das vorschriftsmässige Gewicht dieser griechischen Goldmünze war. Daraus lässt sich ferner schliessen, dass die griechische Drachme 4,312 Grammes oder 88 unserer Grane wog *). Wie richtig dieses Resultat ist, das beweiset die halbe atheniensische oder ganze asiatische Drachme, welche sich gleichfalls in der Gallerie zu Florenz findet; sie wiegt genau 44 flor. Gran oder 2,156 Grammes; also gerade den vierten Theil so viel, als der Stater Philipp's. Auf dem Avers dieser kleinen Goldmünze steht der Kopf des Herkules mit der Löwenhaut, auf dem Revers der Bogen, der Köcher und die Keule. Der Professor Millin in Paris hat mir das Gewicht von 5 Stateren Philipp's

*) Romé Delisle giebt der grossen attischen Drachme ein Gewicht von 4,461 Grammes, also 0,149 Grammes, oder ungefähr 3 Gran mehr.

mitgetheilt, die auf der kaiserl. Bibliothek aufgehoben werden; es ist folgendes: 160,5; 161; 161; 162; 162 Grains. Die beiden letztern, deren Gewicht nur um einen unbedeutenden Bruchtheil verschieden ist, wiegen am schwersten, weil sie am wenigsten abgenutzt sind; das größte beider Gewichte ist dem von 175,16 florent. Gran oder 8,583 Grammes gleich, also um 0,84 Gran (0,041 Grammes) geringer, als das der unfrigen; diese sind daher minder abgenutzt und genauer.

Greaves hat zwei Stateren Alexander's gewogen; der eine hatte ein Gewicht von 133, der andere von 133,5 engl. Gran. Einen halben Gran, glaubte er, habe sie durch Abnutzung verloren, und er setzt daher die halbe Drachme genau auf 67 engl. Gran; also auf 87,6 flor. Gran oder 4,292 Grammes. Snellius hat den Stater Philipp's und Alexander's 179 holl. Gran schwer gefunden; dieses ist gleich 134,5 engl. oder 87,9 flor. Gran, oder 4,307 Grammes, welches dem Gewichte der unfrigen sehr nahe kommt. Barthelemy folgert aus verschiedenen Abwägungen, daß die Drachme genau 81 und $\frac{1}{8}$ französische Gran (4,309 Grammes) gewogen habe, glaubt aber für die Abnutzung in 2200 Jahren noch $\frac{7}{8}$ Gran hinzu fügen, und das Gewicht der Drachme auf volle 82 franz. Gran (88,5 florent. oder 4,337 Grammes) setzen zu müssen; welches jedoch wahrscheinlich zu viel ist. Für die Abnutzung läßt sich in diesen Berech-

nungen nichts ansetzen, denn sonst würde man jedes Resultat erhalten, welches man wollte.

Meine Bestimmung des Gewichts der Drachme auf 88 florent. Gran oder 4,312 Grammes wird auch durch eine silberne Drachme Philipp's, die sich im florentiner Kabinette befindet, bestätigt, auf deren Avers man einen Herkules-Kopf ohne Bart, mit der Löwenhaut bedeckt, und auf deren Revers man einen sitzenden Jupiter, mit dem Adler auf der rechten und einem Wurffspieße in der linken Hand, sieht, und unter dem Stuhle eine Leier und ein *A.* Eine halbe silberne Drachme, auf deren Avers der Kopf Jupiters mit dem Diademe und auf deren Revers eine Figur zu Pferde, Philipp's Name und ein unverständliches Zeichen stehen, wiegt genau 44 florent. Gran. Noch giebt es in dieser Münzsammlung 4 silberne Vierdrachmenstücke Alexander's mit ähnlichem Avers und Revers, die alle ein gleiches Gewicht haben, nämlich von 14 Denaren und 16 Gran *); wieder ein Beweis, daß das Gewicht der Drachme genau 88 flor. Gran ist. Sie haben alle vier verschiedene Münzzeichen: die eine vorn eine Lampe und unter dem

*) Die schwerste unter den thracischen Vierdrachmenstücken unsers Münzkabinetts, ihrer Nummer nach die zwölfte, wiegt ebenfalls genau 14 Denare 16 Gran; ein Beweis, daß in Macedonien und in Thracien gleiche Gewichte waren, wie mehrere schon vermuthet hatten. Nach dem Scholiasten des Nicander war die Didrachme der vierte Theil der attischen Unze; diese Unze hat also 704 florent. Gran oder 34,496 Grammes gewogen. F.

Stuhle einen Mond und einen Stern; die zweite vorn ein $\frac{1}{2}$ und unter dem Stuhle ein *E*; die dritte vorn ein Schild und unter dem Stuhle eine Schlange; die vierte vorn eine Krone und unter dem Stuhle ein Monogramm, das aus einem *M* besteht. Endlich besitzen wir auch eine wirkliche Drachme von Alexander, mit einem *H*, über dessen Querstrich eine Art Circumflex steht, als Münzzeichen; sie wiegt genau 88 florent. Gran, würde jetzt also 0,66 Francs gelten.

Untersuchung des Kornes.

Nachdem das Gewicht der goldenen Philippe auf diese Art ausgemittelt worden war, wurde der zu Arrezzo gefundene auf die Kapelle gebracht, und der Scheidung unterworfen. Das Korn fand sich eben so, als es Patin angegeben hat, nämlich 23,5 Karat oder 0,979 fein; ein halber Karat war Silber.

Die Probirkunst ist seit den ältesten Zeiten her bekannt, wie die heilige Schrift bezeugt. Zu Plinius Zeit war sie selbst schon zu einer solchen Vollkommenheit gelangt, daß man mittelft ihrer die Feinheit von Gold, das 21 Karat, 21 Karat 7 Grän und selbst bis 23 und $\frac{1}{2}$ Karat (0,875, 0,888, 0,973) hielt, erkennen konnte *).

*) Die Probirkunst war in diesen frühen Zeiten nichts weniger als vollkommen. Noch zu den Zeiten der Kaiser beurtheilte man die Feinheit des Goldes und des Silbers nach der Farbe, welche es im Feuer annimmt, und nach dem Striche auf dem Probirsteine; Methoden, die selbst

konnte damals nur die Probe auf trockenem Wege machen; zuerst trieb man die gemeinen Metalle mittelst Blei ab, und dann das Silber mittelst Schwefel oder mittelst Schwefel-Metallen *).

Auch verstand man die Kunst, das Gold im Großen durch Cementiren zu raffiniren und zu reinigen, oder, wie Strabo sich ausdrückt, indem man es mit einer thonigen Erde brannte, die das Silber zerstörte und das Gold rein zurück liefs. Plinius sagt, daß man das Gold zu dem Ende in ein thönernes Gefäß mit 2 Theilen Salz und 1 Theil eines thonigen *Schiefers* über das Feuer brachte. Ohne Zweifel wurde in diesem Proceß das Salz zerlegt, und die Salzsäure, welche das Gold in einem glühenden und trockenen Zustande durchdrang, schied davon das Silber in Gestalt flüchtigen salzsauren Silbers ab, welches der Gegenstand und der Endzweck der Cementirung der Neueren ist **).

bei vieler Uebung nur geringe Genauigkeit geben. Hätte Archimed eine gute Methode gekannt, die Feinheit des Goldes in Hiero's Krone zu probiren, so würde er nicht zu den specifischen Gewichten seine Zuflucht genommen haben. Unter dem Triumvirate von Marcus Antonius wurde dem Marius Gratianus, der eine der erwähnten Näherungs-Methoden gefunden und in Gebrauch gebracht hatte, von allen Straßen Roms eine massive Statue errichtet; ein Beweis der Kindheit dieser nützlichen Kunst. *d'Arc.*

*) In einem Manuscripte der Bibliothek Strozi, von dem sich auch anderwärts Abschriften finden, sagt der Verfasser, Biffoli, der im J. 1460 lebte: „Es sind ungefähr 50 Jahre her, daß man die kalte Scheidung erfunden hat.“ *R.*

**) Herr von Robilant sagt in seiner Darstellung der in der Münze zu Turin üblichen Proceß, die Cementation sey der Scheidungsproceß, dessen man sich gewöhnlich

Die scheidende Kraft der Salzsäure erkennt man ebenfalls nicht in dem eigenthümlichen Verfahren, dessen man sich nach dem Zeugnisse des Agatharchides bei den Bergwerken bedient hat, die zwischen dem Nil und dem rothen Meere lagen, aus denen man schon Gold gewonnen haben soll, als man das Eisen noch nicht kannte. Das Gold kam dort (hat er sich anders richtig ausgedrückt und ist der Text nicht verdorben) in Marmor eingeschlossen vor; die Bergleute brannten oder calcinirten diese Minern, zerschlugen sie mit dem Fäustel, zerstiessen, zerrieben und wuschen sie, und packten dann das Gold mit etwas Blei, mit Salz, mit etwas Zinn und mit Gerstenmehl in einen verschlossenen Tiegel, der 5 Tage lang im Feuer erhalten wurde.

Wahrscheinlich bedienten sich auch dieses oder eines ähnlichen Weges die Münzarbeiter des Darius, als dieser aufgeklärte König *) seinen Unterthanen das edle und nützliche Beispiel einer aus dem feinsten Golde verfertigten Münze geben wollte, so wie in der Folge sein Satrap Ariander Münzen aus feinem Silber verfertigen liefs.

Für dieses docimastische Verfahren, das uns Agatharchides erhalten hat, plausible Gründe anzugeben, ist übrigens nicht leicht. Wäre es in dieser

zu Venedig, zu Genua und zu Florenz bediene, wo man Zechinen prägte, die fast ganz fein sind. *d'Arcet,*

*) Der Scholiast des Aristophanes erzählt dieses von einem ältern Darius. *E.*

Operation nicht auf eine *Cementation*, sondern auf ein wahres und anhaltendes Schmelzen abgesehen gewesen; so ist nicht wohl zu begreifen, wie zu dem, was man beabsichtigte, ein verschlossener Tiegel paßt, den man im Feuer erhielt. Eben so wenig läßt sich einsehen, wozu das Gerstenmehl genutzt hat. Das sinnreiche Verfahren, welches Hellot in der Münze von Lyon ausgeübt fand, um das Kapellenfilber von dem wenigen Blei zu reinigen, das damit nach dem ersten Feinbrennen verbunden bleibt, könnte indess doch wohl einiges Licht hierüber verbreiten.

Man nahm damahls in dieser Münze 13 Zoll hohe Tiegel, von 5 Zoll weiter Mündung, füllte 5 Zoll hoch kleine Kohlen hinein, befestigte darüber ein dreiseitiges Stück eines Tiegels, indem man die Ecken desselben durch etwas Kitt an die Wände des Tiegels lutirte, und legte darauf 60 oder 65 Pfund des fein zu brennenden Silbers in langen und dünnen Lingotten. Dieser Tiegel wurde in einen runden, 14 Zoll hohen, Windofen, der am Roste 7 Zoll und oben 9 Zoll weit war, gesetzt, und das Silber darin zum Schmelzen gebracht. Das Metall sapk, als es schmolz, bis 3 Zoll unter dem Rande des Tiegels; *alsdann, wenn es den gehörigen Hitzegrad erlangt hatte, sah man es aufkochen, eben so heftig und mit eben dem Aufwallen, als Wasser, das über einem starken Feuer steht*; und in diesem Zustande erhielt man es 7 bis 8 Stunden lang.

Dieses Aufwällen wird durch die elastische Flüssigkeit bewirkt, welche sich aus den unter dem fließenden Silber befindlichen Kohlen entbindet, die eine Art von Gebläse bilden, das am Boden des Tiegels künstlich angebracht ist. Bekanntlich verändert sich die Kohle nicht, wenn man sie in verschlossenen Metall- oder Glasgefäßen roth glühen läßt; das lehrt die Theorie, und sehr viele Erfahrungen bewähren es. Die von Hellot angeführte Thatfache beweiset indess, daß in diesem Falle die unter dem fließenden Silber befindlichen Kohlen sich zersetzen, und daß eine elastische Flüssigkeit sich beständig fort aus ihnen bildet; denn er überzeugte sich, daß, wenn Silber ohne darunter befindliche Kohlen über dasselbe Feuer im Schmelzen erhalten wurde, es an der Oberfläche bloß in eine zitternde Wellenbewegung gerieth, die vom Mittelpunkte nach den Wänden und wieder zurück ging, ohne daß es wirklich und mit so vielem Geräusche kochte. Woher rührt in diesem Falle die elastische Flüssigkeit?

Priestley, der durch eine unzählbare Menge von Thatfachen, welche von ihm aufgefunden worden, der Gründer der neuen pneumatischen Chemie ist, hat auf das allerüberzeugendste dargethan (was viele andere Versuche seit dem bestätigt hatten), daß thönerne Gefäße, die so stark erhitzt werden, daß sie das Licht hindurch lassen, wahre Filtra oder vielmehr Siebe sind, durch die selbst die äußere Luft Zugang hat. Diese wird

von den in dem Tiegel befindlichen Kohlen chemisch angezogen, und dringt zugleich mit dem Wärmestoffe und dem Lichte durch den Boden hinein. Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft entzündet einen Theil der glühenden Kohlen und verbindet sich damit und mit Wärmestoff zur Kohlensäure; das Bestreben dieser Säure nach Elasticität überwindet den Druck der darüber stehenden 7 Zoll hohen Säule fließenden Silbers, und indem sie in Blasen hindurch steigt, bringt sie das Silber in ein starkes Wallen. Der geringe in der Masse verbreitete Rückstand von Blei kommt bei der beständigen heftigen Bewegung mit dem kohlenfauren Gas und mit der Atmosphäre in Berührung, oxydirt sich, und schwimmt als das specifisch leichtere an die Oberfläche herauf. In der That hat Hellot aus dem Innern eines solchen Silber-Bades eine Art gelblichen Oehls aufsteigen sehen, das im Tiegel obenauf schwamm. Dieses Oehl war reines, geschmolzenes Bleioxyd, das durch die immer erneuerte Berührung mit der atmosphärischen Luft gebildet worden war. Die Silberbrenner sammeln dieses Oxyd zusammen, indem sie es mit Glas oder einer mageren Erde umgeben, welche das Oxyd verschlucken, und leichter von der Oberfläche herunter zu bringen sind. Das Silber bleibt dann hell und rein zurück.

Bezieht man auf dieses Verfahren den von Agatharchides (obschon sehr unvollkommen) beschriebenen Proceß, so liesse sich denken, das Ger-

stenmehl habe die Stelle der Kohle vertreten, um am Boden des Tiegels das zu bilden, was man in Lyon die Seele des Tiegels nennt, und es sey dort durch einen Deckel fest erhalten worden (welches den Ausdruck *verschlossener Tiegel* veranlaßt haben könnte); auf diesen Deckel habe man das zu schmelzende Gold gebracht mit etwas Blei, um die unedlen Metalle zu verglasen, und mit Kochsalz und Schwefel - Spießglanz oder Schwefel - Blei, um durch sie das feine Silber abzuscheiden und es entweder mit der Salzsäure zu verflüchtigen oder es zu verschlacken. Die aus dem Pflanzenkörper sich entbindende Luft könnte hierbei wieder die Stelle eines Gebläses vertreten, das Metall mehrere Tage lang ununterbrochen in Bewegung erhalten und alle Unreinigkeiten in die Höhe getrieben haben, wo man sie, wie zu Lyon, hätte abschäumen können.

Die Wahrheit zu gestehen, führt jedoch ein Feuer, das 5 Tage lang ununterbrochen erhalten wird, vielmehr auf die Idee der Cementation der Neueren, ähnlich derjenigen, von welcher uns Plinius Nachricht erhalten hat, als auf ein Schmelzen in verschlossenen Tiegeln, welcher letztere Umstand dem Zwecke gerade entgegen wirken müßte. In Ungarn pflegt man in der That der zu cementirenden Masse Blei zuzusetzen, um dadurch das Innere des Goldes den salzsauren Dämpfen desto besser aufzuschließen; dieses Blei vereinigt sich dann in kleinen hohlen Tropfen, oder, mit andern Worten, in Körnern. Es ist möglich, daß das Blei, dessen

Agatarchides gedenkt, denselben Zweck hatte; Zinn kann er bei der Vieldeutigkeit des Worts für rohes Antimonium oder für Bleiglanz gesetzt haben. Das Gerstenmehl konnte vielleicht dazu dienen, das wenige Salz, wovon eine Lage über das Gold zu verbreiten war, gleichförmig zu vertheilen, und helfen, es zu zersetzen, wie das bei dem jetzigen Verfahren der Thon und der Eisenvitriol thun.

Um über diesen interessanten Gegenstand einiges Licht zu erhalten, habe ich 30 Denare (35,365 Grammes) Gerstenmehl und 1 Unze (28,292 Grammes) Kochsalz in einen Tiegel gethan, über diesen einen umgekehrten Tiegel gestürzt, Feuer gegeben, bis der Tiegel roth glühete, und ihn 36 Stunden lang in diesem Zustande erhalten. Mehr aus Neugierde, als um daraus einen wichtigen Schluss zu ziehen, hatte ich ein 3 Millimeter dickes und 24 Gran (1,178 Grammes) schweres Goldblättchen, 21 $\frac{3}{8}$ Karat (0,891) fein, hinein gethan, und ein 0,5 Millimeter dickes und 40 Gran (1,965 Grammes) schweres Silberblatt, 11 $\frac{1}{2}$ Denare (0,958) fein. Der untere Tiegel, worin alles dieses lag, war damit zur Hälfte angefüllt, und in der Verkittung des obern hatte ich eine Oeffnung ungefähr 5 Millimeter lang gelassen, damit die elastischen Dämpfe durch sie entweichen konnten.

Als die Tiegel nach dem Erkalten aus einander genommen wurden, fand sich zuoberst ein sehr geringer erdiger, etwas salziger, Rückstand von

weißlicher Farbe, der kaum $11\frac{1}{2}$ Gran (0,565 Grammes) wog. Unter demselben befand sich das Gold; es hatte $\frac{1}{8}$ Gran (0,006 Grammes) an Gewicht zugenommen durch sehr feine Silbertheilchen, die sich darunter gemengt und die Farbe desselben merklich weißer gemacht hatten. Das kleine Silberblatt klebte unmittelbar auf dem Golde in Gestalt von Staub, der nicht fest adhärirte, $6\frac{1}{8}$ Gran (0,301 Grammes) wog, und aus feinem Silber bestand. Ueber das Gold, das nur an der Oberfläche versilbert war, liefs ich reine Salpetersäure kochen; es verlor darin seine Silberfarbe gänzlich, und fand sich in der Probe von 24 Karat (1,000). — In dem kleinen erdigen Rückstande fanden sich an Salzen blofs einige Atome Kochsalz und kaum eine Spur von salzsaurem Kupfer. Nach dem Gewichtsverluste an Silber zu urtheilen, mußte $45\frac{1}{2}$ Gran (2,233 Grammes) salzsaures Silber entstanden seyn; diese waren also völlig aus dem Tiegel mit den andern Dämpfen entwichen. An Salzsäure konnten diese nur $11\frac{1}{2}$ Gran (0,565 Grammes) enthalten haben; die übrigen $13\frac{1}{2}$ Denare (15,914 Grammes) Salzsäure, welche noch in dem zu diesem Versuche angewandten Kochsalze enthalten waren, mußten also in einer andern Gestalt entwichen seyn, wahrscheinlich indem der Pflanzenkörper eine Zersetzung des Kochsalzes bewirkt hatte. Daß aber auch volle 10 Denare (11,789 Grammes) Natron, welche das Kochsalz enthielt, sich verflüchtigt hatte, statt am Boden

des

des Gefäßes zurück zu bleiben, davon möchte es schwer seyn, die Ursache anzugeben *).

Es ist, nach allem diesen, gar nicht wahrscheinlich, daß die Münzer des Königs Philipp irgend einen Scheidungsproceß dieser Art, es sey durch Cementirung oder durch Schmelzung, mit dem Golde vorgenommen haben. Denn sie würden ganz reines Gold erhalten haben, so wie es später Darius begehrte; und sollte es einmahl legirt werden, so würde man sich dann nicht mit einer so geringen Legirung begnügt, auch wahrscheinlich dazu nicht Silber genommen haben. Ließ aber König Philipp das Gold so vermünzen, wie es sich fand, so sind wir gezwungen, zu schließen, daß sich das Gold in der Natur in einer Feinheit von $23\frac{1}{2}$ Karat (0,979) gefunden habe.

Gediegenes feines Gold.

Viele zweifeln vielleicht daran, daß das natürliche Gold in einem Zustande vorkommt, der dem der völligen Reinheit so nahe ist. Zwar sagt Strabo, das Gold in den norischen Alpen finde sich schon rein; man kann aber dagegen Plinius anführen, der behauptet, es komme kein gediegenes Gold ohne Silbergehalt vor. Doch ich brauche mich nicht an den Meinungen anderer zu halten,

*) Das salzsaure Natron selbst steigt in hoher Hitze in Dämpfen auf, und das Entweichen anderer elastischen Flüssigkeiten befördert die Verdampfung, wie aus den Versuchen Gay-Lussac's (*Annalen*, XXVII, 147.) erhellt.

Gilberts.

da ich Mittel in der Hand habe, alle Ungewissheit hierüber zu zerstreuen.

Das reiche Naturalien-Kabinet unseres ersten Königs, der ein großer Freund dieser Sachen und in der Physik sehr bewandert war, hat eine Zeit lang unter meiner Aufsicht gestanden. Es waren darin viel Golderze; unter diesen fand ich zwei deutliche Krystalle gediegenen Goldes, einen Würfel und eine vierseitige Säule mit vier Flächen, als eine Piramide, zugespitzt. Es wäre interessant, zu wissen, welche andere mit dem Golde verbundene Körper dieses Metall bestimmen konnten, so verschiedene Gestaltungen im Innern der Erde anzunehmen, welche gänzlich von der abweichen, die in unsern chemischen Laboratorien beim Schmelzen und langsamen Erkalten des Goldes entstehen. Der Würfel ist sehr blaß; die Säule ist von tieferer Farbe; beide Krystalle, die ich durch Zufall aus sehr vielen natürlichen Goldkörnern aufgefunden habe, sind aber einzig in der ganzen Sammlung, und es konnte daher nicht die Rede davon seyn, sie einer Untersuchung zu unterwerfen, durch die sie entstellt worden wären.

In dieser Sammlung fand sich als eine andere Zierde, ein großes unförmliches Stück Gold aus Brasilien, welches der Prinz von Brasilien dem verstorbenen Könige von Hetrurien, noch als er ein Kind und Erbprinz von Parma war, zu Badajoz geschenkt hatte. Es wiegt ungefähr 14 Pfund

(4753,14 Grammes) *), ein Stück davon nicht mitgerechnet, dessen Natur ich (durch die Güte des Apothekers des Königs, Johann Ulrici) auf der Kapelle und durch Scheidung bestimmt, und nach dem Auflösen in Königswasser, mit Eisenvitriol und Kali-haltenden-Salzen untersucht habe. Alle diese Operationen und Proben bewiesen, daß es sehr reines Gold war, 24 Karat (1,000) fein; war anders das Stück durchgehends gleichartig.

Daß es unter dem natürlichen Golde einiges von sehr geringem Gehalte giebt, daran zweifelt niemand. Ich bin jetzt überzeugt, daß das Gold in der Natur von allen Graden der Feinheit, bis zu völliger Feinheit, vorkommt **). Den Freunden der Mineralogie und des Alterthums dieses durch einige neue Thatfachen darzuthun, war der Zweck,

*) Nach Plinius nannten die Spanier solche Stücke, die über 10 Pfund wogen, *palacras* oder *palacranas*; nach andern sollen die kleinen Stücke *palas* genannt worden seyn, woher vielleicht der Name *puglietto* rührt. F.

**) Reaumur giebt in den *Mémoires de Paris* 1718. p. 87. folgende Feinheit von Waschgold an: das aus dem Flusse *Ceze* 18 Karat 8 Gran, aus der *Rhone* 20 Karat, aus dem *Rheine* 21½ Karat, und aus der *Arriège* 22½ Karat fein. Das Korn ist oft in demselben Stücke gediegenen Goldes bedeutend verschieden. Ein 56 Mark schweres Stück, das man in der Akademie gesehen hatte, war, nach ihm, an einer Stelle 23½ Karat fein, an einer andern 23 Karat, und an einer dritten 22 Karat. Das 63 Mark schwere Stück Gold des Pater Feuillée hatte ein Korn oben von 22 Karat 2 Gran, etwas tiefer herunter von 21 Karat ½ Gran, und zwei Zoll über der Grundfläche nur von 17 Kar. ½ Gr., das Karat zu 12 Gran nach deutscher Art gerechnet. Nach Hrn. De Luc (*Journ. de Phys.* t. 52. p. 205.) enthielten

den ich mir vorgesetzt hatte, als ich diese kleine Abhandlung schrieb.

die zu Wicklow in Irland gefundenen Stücke Goldes $\frac{1}{2}$ ihres Gewichts an Silber, sonst aber keine andere Beimischung. Während der Revolution erhielt mein Vater den Auftrag, die große Goldstufe der Akademie zu probiren; er nahm zwei Proben, und fand beide $23\frac{1}{2}$ Karat fein, welches der völligen Feinheit sehr nahe kommt. Man sieht hieraus, daß das gediegene Gold mit sehr verschiedenen Mengen Silbers verbunden vorkommt, Herr Fabbroni ist der erste, der dargethan hat, daß es sich in der Natur ganz rein findet; dieses ist eine wichtige Thatfache, doch hebt dieses eine Beispiel den durch so viel andere Fälle bewiesenen allgemeinen Satz nicht auf, daß das gediegene Gold eine Verbindung von Gold und Silber ist. Es würde von Interesse seyn, zu untersuchen, ob in den alten Goldmünzen Blei enthalten ist; denn daraus ließe sich am sichersten bestimmen, ob die Alten ihr Gold raffinirten, oder ob sie es so verarbeiteten, wie die Natur es ihnen gab. *d'Arcet.*

II.

DARSTELLUNG

seiner Untersuchungen über die irdische Strahlenbrechung, und über die sogenannte Luftspiegelung;

und was in dieser Materie noch zu thun ist;

von

H. W. BRANDES zu Eckwarden;

in einem Schreiben an den Prof. Gilbert.

In dem Jahrgange 1804, Stück 6. (B. 19, S. 129.) dieser *Annalen* findet sich der ausführliche Bericht des Hrn. Dr. Brandes über die Beobachtungen, welche er vom 24. März bis 24. Oktober 1803 zu Eckwarden an der Jahde angestellt hat, um, wo möglich, die wunderbaren Anomalieen aufzuklären, welche sich in der Brechung der Lichtstrahlen zeigen, wenn diese von hohen und entlegenen irdischen Gegenständen zu dem Auge gelangen. Die Physiker haben dem Fleisse, womit diese Beobachtungen angestellt, und dem Scharfsinne, womit aus ihnen Resultate gezogen sind, Gerechtigkeit widerfahren lassen. Herr Brandes begnügte sich mit ihnen nicht; er sah sie nur als eine Vorbereitung zu vollkommenern Beobachtungen an. Diese führte er im folgenden Jahre aus (vergl. diese *Annalen*, J. 1804, St. 12.), und fügte ihnen im März 1805 eine wichtige Reihe von Beobachtungen, mit beständiger Beziehung auf die Temperatur, hinzu, welche die Luft zu derselben Zeit in $16\frac{1}{2}$ und in 4 F. Höhe über der Erdoberfläche

hatte (Jahrg. 1805. St. 4.). Erst diese musterhaften Reihen von Beobachtungen, deren Zahl auf 1500 stieg, führten Herrn Brandes zu ganz bestimmten Resultaten, und befriedigten ihn auch in Beziehung auf das Höhenmessen völlig (Jahrg. 1806. St. 8.). Da die Bearbeitung derselben für diese Annalen zu weitläufig wurde, entschloß er sich, sie in einem eigenen Werkchen bekannt zu machen, welches vor einigen Jahren erschienen ist: *Beobachtungen über die Strahlenbrechung, und empirische Resultate aus denselben, von Brandes. Oldenburg, bei Schulze. 1807. 8.* Diese Beobachtungen und dieses Werk sind es, über die Hr. Dr. Brandes in dem folgenden Briefe, den er mir schrieb, eine lehrreiche Uebersicht giebt; sie ergänzt die schon in den Annalen enthaltenen Notizen von seiner Arbeit, und wird den Physiker und den praktischen Geometer in mehr als einer Hinsicht interessieren. Herr Brandes hat mehrmahls den Wunsch geäußert, noch eine ausgedehntere Reihe gleichzeitiger Beobachtungen der irdischen Strahlenbrechung und der Lufttemperatur in verschiedenen Höhen anstellen zu können; bloß der Mangel eines Gehülfen und einiger Instrumente hindert ihn daran. Dieses Hinderniß ist mit so wenigem Aufwande zu beseitigen, daß ich hoffen darf, durch diese Zeilen die Veranlassung zu geben, daß die schon so weit geführten Beobachtungen, welche sich nicht überall anstellen lassen, zum allgemeinen Gewinn der Wissenschaft ganz zu Ende gebracht werden. Wenigstens schiene es mir dem Zwecke und den Mitteln mancher der größeren naturforschenden Gesellschaften zu entsprechen, dem geübten und scharfsinnigen Beobachter aus eigenem Antriebe und freiem Entschlusse hierzu die Mittel zu verschaffen.

Gilbert.

Eckwarden, 11. Dec. 1809.

Ihr letzter Brief, mein verehrungswürdiger Freund, enthält über meine Beobachtungen der Refraction eine Aeufserung, welche mich hoffen läßt, daß Sie einem kleinen Berichte über diese Beobachtungen und den Inhalt meines Werkes einen Platz in Ihren Annalen nicht versagen werden. Ich habe einige Bemerkungen über dasjenige angehängt, was durch künftige Beobachtungen noch näher bestimmt werden müßte.

Der Zweck dieser Beobachtungen ging zuerst dahin, dreierlei zu finden: nämlich 1) die Gesetze, nach welchen die scheinbare Höhe gleich entfernter, aber ungleich hoher, Gegenstände sich ändert, wenn man sie aus einerlei Standpunkt betrachtet; 2) die Gesetze, nach welchen sich die scheinbare Höhe gleich hoher, aber ungleich entfernter, Gegenstände richtet; und 3) die Regel, wie die scheinbare Höhe desselben Gegenstandes sich ändert, wenn man ihn aus zwei bloß an Höhe verschiedenen Standpunkten beobachtet. Hierzu kam in der Folge noch 4) die Untersuchung, wie die scheinbare Höhe eines Gegenstandes sich ändert, wenn die obere Luft wärmer oder kälter als die untere ist.

Warum meine frühern Beobachtungen, wo der Lichtstrahl über eine Wasseroberfläche ging, keine deutlichen Resultate gaben, darüber habe ich mich in dem Buche umständlicher erklärt; und auch die einzelnen merkwürdigen Folgerungen, die sich bei diesen Beobachtungen fanden, angeführt. Von

den letztern will ich hier nur eine besonders auffallende erwähnen. Unter jenen ersten Beobachtungen waren mehrere auf eine 62000 par. Fufs entfernte Kirche, aus Standpunkten, die 14 Fufs an Höhe verschieden waren, gerichtet, und dieser Gegenstand hätte also bei gerädlinigem Fortgange der Lichtstrahlen alle Mahl im untern Standpunkte um 45" höher als im obern erscheinen sollen. Dieses war aber keinesweges der Fall; vielmehr änderte sich dieser Unterschied so sehr, daß er zuweilen beinahe das Sechsfache betrug, zuweilen aber verschwand, und sogar negativ wurde, indem die Kirche unten weniger über dem Horizonte erhoben schien, als in dem höhern Standpunkte. Wer also die Entfernung jenes Gegenstandes aus den auf dieser vertikalen Standlinie beobachteten Höhenwinkeln hätte bestimmen wollen, hätte nicht nur zu gewissen Zeiten diese Entfernung um $\frac{4}{5}$ zu klein bestimmt, sondern er würde zu anderer Zeit ganz verlegen geworden seyn, da die von demselben Gegenstande kommenden Lichtstrahlen merklich divergiren, statt zu convergiren.

Die Beschreibung der Beobachtungen übergehe ich hier. In dem *ersten Abschnitte* meines Buches findet man sie vollständig, und zugleich die ganze Reihe aller Beobachtungen, deren Mittheilung dort nöthig war, um den Leser in den Stand zu setzen, über die Richtigkeit der Folgerungen, welche ich aus ihnen gezogen habe, selbst zu urtheilen. Der *zweite Abschnitt* enthält diese Resultate, und von

ihnen will ich hier das Wichtigste in der Ordnung, welche die dortigen 5 Abtheilungen angeben, mittheilen.

1. Wenn man die scheinbare Höhe einiger Gegenstände auf der Erde öfters beobachtet, und zugleich die Wärme der Luft jedes Mahl in verschiedenen Höhen untersucht, so findet man ganz allgemein, daß die scheinbare Höhe jedes Gegenstandes desto größer ist, je wärmer die höhern Luftschichten in Vergleichung der niedrigeren sind. Bei meinen Beobachtungen änderte sich der Unterschied der Temperatur in Höhen, die nur $12\frac{1}{2}$ par. Fuß verschieden waren (nämlich 4 und $16\frac{1}{2}$ Fuß über der Erdoberfläche), von $-\frac{1}{4}$ bis $+1\frac{1}{8}$ Grad der 80 theiligen Scale, und zwar so, daß in den wärmsten Stunden des Tages ein negativer Unterschied Statt fand, oder die Wärme in der Nähe der Erde am größten war, indess in den Morgenstunden und ganz vorzüglich Abends, kurz nach Sonnenuntergang, an stillen Tagen, die Luft in der Höhe bedeutend, zuweilen über $1\frac{1}{2}$ Grad, wärmer als unten war. Mit dieser verschiedenen Wärmedifferenz gehörte nun auch alle Mahl eine bestimmte scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände zusammen, und diese war immer desto größer, je mehr die Temperatur in der Höhe die untere Wärme überwog. Zwar fanden sich zwischen den Beobachtungen kleine Abweichungen, wie sich das hier, wo es auf Kleinigkeiten besonders bei den Thermometer-Beobachtungen ankam,

auch nicht anders erwarten liefs; aber die Uebereinstimmung unter den Beobachtungen war wenigstens hinreichend, um bei der grossen Anzahl derselben aus ihnen genau zu bestimmen, welche scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände jeder bestimmten Wärmedifferenz entspricht, und so eine vollständige Reihe der gegenseitig correspondirenden Werthe dieser beiden Grössen anzugeben. Diese reguläre Reihe, welche sich in der Mitte zwischen den Abweichungen hält, die aus Beobachtungsfehlern oder zufälligen Irregularitäten entspringen, kann als das wahre Resultat der Beobachtungen angesehen werden. Sie zeigte, dafs bei gleichförmigem Wachsen des Wärme-Unterschiedes die scheinbare Höhe eines Gegenstandes nicht gleichförmig wuchs, sondern dafs bei gleichem Wachsen der Wärmedifferenz die scheinbare Höhe sich am schnellsten änderte, wenn diese Differenz $+\frac{1}{2}$ Grad betrug. Bei einem Gegenstande, der 28050 par. Fufs entfernt war, betrug so z. B. die scheinbare Höhe 3' 45", als die Luft in $16\frac{1}{2}$ Fufs Höhe um $\frac{1}{8}$ Gr. kälter war, als in 4 F. Höhe; dieser Gegenstand erhob sich um 16", während diese Wärmedifferenz um $\frac{1}{8}$ Gr. abnahm; und die scheinbare Höhe desselben änderte sich um 25", als sich die Wärmedifferenz von $+\frac{1}{8}$ bis $+\frac{1}{2}$ vermehrte, als nämlich die obere Luft die untere an Wärme übertraf. Eben diese Aenderung betrug nur 18", als die Wärmedifferenz von $+1\frac{1}{8}$ bis $+1\frac{1}{2}$ Grade zunahm. Die Ursache dieser Ungleichheit scheint

in dem Gesetze zu liegen, welches die Wärmeabnahme in großen Höhen befolgt, worüber aber fortgesetzte Beobachtungen, welche sich bis zu grössern Höhen erstrecken müssen, noch vollständigere Aufklärung geben werden.

Die Beobachtungen leiteten nun auch zu Schlüssen über die *wahre* Höhe der beobachteten Gegenstände, indem sich aus ihnen der Zeitpunkt bestimmen liess, wo die Lichtstrahlen geradlinig fortgingen. Auch die Tageszeit, zu welcher man die Gegenstände am meisten in ihrer natürlichen Höhe sieht, liess sich nun angeben, so dass die Resultate dieser Beobachtungen schon für sich allein für das Nivelliren sehr interessant seyn würden.

2. Unter den 11 Gegenständen, worauf die Hauptreihe der Beobachtungen gerichtet war, fanden sich mehrere, welche eine gleiche Entfernung, aber eine ungleiche scheinbare Höhe, hatten; aus ihnen liess sich also bestimmen, wie die nach vertikaler Richtung genommene scheinbare Grösse desselben Gegenstandes sich ändert, wenn er bei verschiedenem Zustande der Luft mehr oder minder über die Horizontallinie erhoben scheint. Dass mit grösserer Erhebung die scheinbare Grösse (nämlich immer bloß nach vertikaler Richtung gerechnet) abnimmt, hat man schon sonst bemerkt; diese Aenderung betrug bei einem 10000 Fuß entfernten Gegenstande, dessen Mitte bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen etwa $5\frac{1}{2}$ Min. über

dem Horizonte erschien, $\frac{1}{16}$ der ganzen Gröſſe und bei enſerntern Gegenſtänden noch mehr. Es kam jetzt darauf an, das Geſetz dieſer Aenderungen zu beſtimmen. Meine Beobachtungen zeigen, daß die ſcheinbare Gröſſe nicht gleichförmig abnimmt, wenn die obere Seite des Gegenſtandes gleichförmig in die Höhe zu rücken ſcheint; ſondern daß die Abnahme der ſcheinbaren Gröſſe gerade dann am ſtärkſten iſt, wenn die Lichtſtrahlen geradlinig fortgehen. Dieſes wird durch alle Beobachtungen deutlich beſtätigt.

3. Da die ungleich entfernten Gegenſtände nicht alle gleich hoch erſchienenen, ſo lieſſen ſich die Beobachtungen nicht unmittelbar mit einander vergleichen, ſondern man mußte zuvor zu beſtimmen ſuchen, wie jedes Mahl Gegenſtände in eben dieſen Entfernungen erſcheinen würden, wenn ſie bei geradlinigem Fortgange der Lichtſtrahlen gleiche ſcheinbare Höhen hätten. Hierzu gaben die vorigen Beobachtungen Mittel an die Hand, weil nicht bloß durch ſie beſtimmt war, wie *zwei* ungleich hohe und gleich entfernte Objecte ihre ſcheinbaren Höhen gleichzeitig änderten, ſondern auch, wie dieſe Aenderungen ſich bei mehreren verhielten. Es war nämlich bei dieſer Unterſuchung nicht genug, zu wiſſen, wie ſich die ſcheinbare Gröſſe eines Gegenſtandes ändert, deſſen Grenzen bei geradlinigem Fortgange der Strahlen, zum Beiſpiel, 2 Min. und 8 Min. hoch erſcheinen, ſondern man mußte auch wiſſen, wie die obere Hälfte dieſes Ge-

genstandes in Vergleichung gegen die untere, das obere Viertel in Vergleichung mit dem untern, u. s. w., seine scheinbare Gröſſe änderte. Dieses in grösster Vollkommenheit zu leisten, reichten zwar die Beobachtungen nicht hin, sie gaben aber doch schon eine Regel an, die wenigstens weit genauer war, als es gewesen wäre, wenn man die Abnahme der scheinbaren Gröſſen gleichförmig über alle Theile vertheilt hätte, und die gewiss nur sehr wenig von der Wahrheit abweichen konnte. Mit Hülfe dieser Beobachtungen lieſs sich durch eine Art von Interpolation bestimmen, wie z. B. ein Gegenstand in 9800 Fufs Entfernung, der im Normalzustande (bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen) 4' 55" hoch erschienen wäre, bei jeder Reihe von Beobachtungen hätte erscheinen müssen, und dieses Resultat mit denjenigen Höhen vergleichen, welche an einem 27600 Fufs entfernten Gegenstande wirklich beobachtet wurden, dessen Höhe im Normalzustande 4' 55" betrug. Wie genau man sich auf die berechneten Höhen jener fingirten Gegenstände verlassen kann; ferner, mit welcher Sorgfalt ich alle kleinen Correctionen wegen ungleicher Höhe des Auges u. s. w. in Rechnung gebracht habe, — darüber muſs man das Buch selbst nachsehen.

Die Vergleichung der Höhen dieser Gegenstände, die im Normalzustande gleich hoch erschienen, ergab nun, daſs bei gleichförmig zunehmender Höhe des entfernten Gegenstandes der nähere

sich ungleichförmig und dann am schnellsten erhebt, wenn der Lichtstrahl gerade fortgeht; eine Erfahrung, deren Grund ich deutlich erklärt zu haben glaube. Diese Ungleichförmigkeit ist bei niedrigen Gegenständen am bedeutendsten, und wird bei sehr hohen Gegenständen unmerklich, indem bei diesen die Variationen ein ziemlich beständiges Verhältniß unter sich behalten, welches mit dem Verhältnisse der Quadratwurzeln aus den Entfernungen fast ganz genau übereinstimmt.

Ich habe die Beweise für diese Behauptungen in diesem Abschnitte vollständig aus einander gesetzt, und man findet zugleich die correspondirenden Höhen mehrerer ungleich entfernter Gegenstände von größerer und geringerer Höhe hier tabellarisch so aufgeführt, wie sie vermittelst möglichst einfacher Schlüsse aus den Beobachtungen folgen.

4. Nach diesen Vorbereitungen war es nun möglich, auf die allgemeine Beantwortung der Frage zu kommen, wie hoch ein Gegenstand von bekannter Entfernung wirklich sey, wenn er sich zu einer Zeit, da man auch die scheinbare Höhe eines in aller Rücksicht genau bekannten Gegenstandes bestimmt hat, unter einem gegebenen Höhenwinkel zeigt. — Diese Frage würde beantwortet seyn, wenn man bestimmen könnte, wie der unbekannte Gegenstand erscheinen muß, wenn die Lichtstrahlen gerade fortgehen. Da die vorigen Beobachtungen Anleitung geben, aus der jetzigen scheinbaren Höhe des völlig bekannten Gegenstandes, dessen Ent-

fernung $= A$ seyn mag, die wahre Höhe eines eben
 so entfernten Gegenstandes zu bestimmen, welcher
 jetzt mit dem andern Gegenstande gleich hoch er-
 schiene, so kann man nun auch die wahre Höhe dieses
 unbekannten Gegenstandes, dessen Entfernung $= B$
 seyn mag, angeben. Wir dürfen nämlich die dem
 Normalzustande entsprechende scheinbare Höhe je-
 nes erdichteten Gegenstandes in der Entfernung
 $= A$, als bekannt annehmen; ich setze sie $= a$.
 Die jetzige Höhe sey $= b$, der jetzigen Höhe des
 unbekannten Gegenstandes gleich. Obgleich nun
 die Variationen der Höhen ungleich entfernter Ge-
 genstände nicht genau in beständigem Verhältnisse
 stehen, so kann man doch zur ersten Annäherung
 ein solches beständiges Verhältniß, welches dem der
 Quadratwurzeln aus den Entfernungen gleich ist,
 annehmen, und also setzen: während der Gegen-
 stand in der Entfernung $= A$ seine scheinbare Hö-
 he um $b - a$ ändert, ändere der Gegenstand in
 der Entfernung $= B$ seine Höhe um $b - x$, und es
 sey $b - x : b - a = \sqrt{B} : \sqrt{A}$, also im Normal-
 zustande die scheinbare Höhe des unbekannten Ge-
 genstandes $= x = b - (b - a) \sqrt{\frac{B}{A}}$. Es hätten
 sich aus meinen Beobachtungen vielleicht noch ge-
 nauere Correctionen dieses Werthes ableiten lassen,
 aber theils wollte ich absichtlich nicht zu weit
 über die Beobachtungen hinaus gehen, theils habe
 ich auch gezeigt, daß man aus etwas vollständi-
 gern Beobachtungen, so wie ich sie vor mir hatte,
 ohne weitere Correction schon sehr genaue Höhen-

bestimmungen ableiten könne. Ich habe die Rechnung hier etwas anders dargestellt, als in meinem Buche, weil die dortige Darstellung sich ganz auf Beispiele an Zahlen bezieht, die ich hier nicht anführen und erklären konnte. Die dortige Berechnung ist zuverlässiger, aber die hier mitgetheilte wird hinreichen, um zu zeigen, daß man wirklich zu der Beantwortung der vorhin aufgestellten Frage gelangen kann.

5. Das Bisherige betraf alles die wichtigsten und vollständigsten Reihen meiner Beobachtungen; die fünfte Abtheilung enthält eine nur kurze Zusammenstellung derjenigen Beobachtungen, welche von ungleich hohen Standpunkten auf *einerlei* Gegenstand gerichtet waren. Diese wenig vollständigen Beobachtungen zeigten doch so viel deutlich, daß bei gleichen Variationen der im höhern Standpunkte beobachteten scheinbaren Höhe, die unten beobachtete Höhe bei einem gewissen mittlern Zustande, oder, wie ich wohl bestimmt sagen darf, bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen, am schnellsten zunahm. Diese Erfahrung stimmt völlig mit der überein, die ich in Nr. 2. angeführt habe.

Von dem Inhalte des *dritten Abschnittes* meines Buchs kann ich hier nicht wohl einen vollständigen Abriss geben, da ich sonst ganze Stücke abschreiben müßte, und doch nur denjenigen Lesern verständlich seyn würde, welche sich der zu erklärenden Phänomene genau erinnern. Dieser Abschnitt betrifft die Erscheinungen, die schon länger

ger unter dem Namen von *Spiegelungen* bekannt sind, und enthält eine physische Theorie derselben, oder eine specielle Erklärung der Ursachen, warum alle Umstände dabei gerade so sich verhalten; — eine mathematische Theorie müßte nun noch in Zahlen angeben, wie mit dem jedesmahligen Zustande der Luft gerade diese bestimmte Bahn der Lichtstrahlen zusammen gehört.

In Rücksicht der *Spiegelung unterwärts* zeigen auch meine Beobachtungen, daß sie durch starke Erwärmung des Bodens und die damit verbundene Verdünnung der Luft, nahe an der Erde, hervor gebracht wird. Ich habe deutlich nachgewiesen, warum das eine Bild umgekehrt erscheint, nämlich weil der Scheitel der von niedrigen Punkten zum Auge gelangenden Strahlen höher liegt, als es für höhere Punkte der Fall ist; ferner, warum nur Gegenstände, die eine gewisse Höhe nicht übertreffen, gespiegelt erscheinen, nämlich weil für höhere Gegenstände der Scheitel des Strahls unterhalb der Erdoberfläche liegen würde; auch, wie die Grenze der an einander stoßenden Bilder durch ein gewisses Maximum, welches die Richtung der Lichtstrahlen nicht überschreitet, bestimmt wird; wie dieses alles bei verändertem Zustande des Luftkreises sich ändert, u. s. w.

Die Erklärung der Erscheinungen, welche die *Spiegelung oberwärts* darbietet, hat mehr Schwierigkeit. Offenbar rührt sie davon her, daß in einer gewissen Luftschicht die Dichtigkeit mit der

wachsenden Höhe äusserst schnell abnimmt, höher hinauf aber weniger schnell. Die Beobachtungen zeigen, dass fast nie diese Schicht eine grosse horizontale Ausdehnung hat, da man die Spiegelung oberwärts immer nur an einzelnen Gegenständen, und nicht an allen, die in Rücksicht der Entfernung und Höhe eben so geschickt dazu wären, bemerkt. Man kann daher die Angaben der Beobachtungen nicht ohne weitere Prüfung als einfache Erscheinungen bei der Erklärung zum Grunde legen, sondern muss zuerst untersuchen, wie das Phänomen sich zeigen müsste, wenn sich jene passende Constitution der Atmosphäre über die ganze Gegend erstreckte, durch welche Lichtstrahlen zu uns gelangen. Die Beobachtungen selbst geben uns hierzu Data genug, und lassen uns auch die Ursachen muthmaassen, warum die Erscheinung sich so oft verstümmelt zeigt. Eine genaue Betrachtung der Umstände, welche diese Spiegelung fast unfreutig bewirken, zeigt, dass man eigentlich dann immer drei vollständige Bilder und in dem höchsten alle Mal die Spitzen der Gegenstände sehen sollte, wenn die gleichen Umstände nicht blos in einer beschränkten Gegend Statt fänden. Auch hier lassen sich über die Grenzen der Bilder, über die Ursache, warum das eine umgekehrt erscheint, und warum von gewissen Punkten keine Lichtstrahlen ins Auge kommen, ganz ähnliche Betrachtungen anstellen, wie bei der Spiegelung unterwärts.

Mit dieser Spiegelung scheint mir noch immer (was man auch dagegen sagen mag) die *Fata Mor-*

gana verwandt zu seyn. Sie scheint mir eine *veränderliche* Spiegelung zu seyn, die in einem Augenblicke vielleicht in demselben Punkte des Horizonts einen Gegenstand zeigt, der Meilen weit hinter dem liegt, welchen man im nächst vorhergehenden Augenblicke sah. Wäre dieses, so könnte ein Beobachter in den Gegenden Italiens, wo sich diese Erscheinung zeigt, der Sache nicht besser auf den Grund kommen, als wenn er sich durch zwei feste Signale eine Richtung ganz genau bemerkte, und nun, so oft die Erscheinung sich zeigte, bloß auf diesen einzigen Punkt des Horizonts seine Aufmerksamkeit richtete; dann müßte es sich doch zeigen, ob nicht die hier vorkommenden Erscheinungen zu den Originalen paßten, die gerade nach dieser Richtung liegen. Freilich könnte auch dann noch, wegen der Mannigfaltigkeit der Gegenstände, die hinter einander in einerlei Richtung liegen, sich mancherlei zeigen; aber gewiß würde man bei solchen Beobachtungen doch eher zu einer Erklärung gelangen, als durch die Beschreibung von Feenschlöffern und andern Herrlichkeiten, die gewiß nur die Fantasie sah, und nicht das Auge.

* * *

Dieses sind die Resultate derjenigen Untersuchungen und Beobachtungen, die ich bis jetzt angestellt und bekannt gemacht habe. Erlauben Sie mir nun, noch etwas von dem zu erwähnen, *was noch durch künftige Beobachtungen ausgemacht werden muß.*

Einer der wichtigsten Punkte ist die nähere Kenntniß der *Wärmescale* für grössere Höhen, die, wo möglich, bis 100 Fufs gehen müßten. Diese *Wärmescale* ist zwar von Stunde zu Stunde veränderlich, und die theoretische Untersuchung wird sich nicht für jede dieser *Scalen* anstellen lassen, aber man wird doch eine Menge *Data* erhalten, um die mit jeder *Wärmescale* zusammen gehörige *Refraction* zu bestimmen. Diese *Beobachtungen* lassen sich durch *einen* Beobachter allein nicht ausführen, da einer an den *Thermometern* und ein anderer an den *Refractionen* genug Arbeit hat, wenn die *Beobachtungen* bei schnellen *Aenderungen* der *Refraction* gleichzeitig seyn sollen.

Ein zweiter Gegenstand, der eine große Reihe recht genauer *Beobachtungen* fordert, ist die *Aenderung der scheinbaren Grösse* mehrerer gleich entfernter, aber ungleich über dem Horizonte erhabener, Gegenstände; wie nämlich diese Gegenstände, die ich im Normalzustande alle 1 Min. groß annehmen will, ihre scheinbare Grösse gleichzeitig ändern, wenn sie so liegen, daß der eine nur 1 Min., der zweite 3 Min., der dritte 5 Min. u. s. w. im Normalzustande über dem Horizonte erscheint. Die Regel, welche ich nach meinen *Beobachtungen* hierfür festgesetzt habe, giebt zwar schon erhebliche Genauigkeit, aber für völlige Uebereinstimmung mit der Natur läßt sich noch nicht bürgen.

Mit Hülfe solcher *Beobachtungen* würde das, was ich über gleichzeitig hohe, ungleich entfernte,

aber bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen gleich hoch erscheinende Gegenstände schon beobachtet habe, einen hohen Grad von Vollkommenheit erreichen. Wichtig aber wäre es dann noch, die *Krümmung* des Lichtstrahls bei kleinern Entfernungen ganz genau zu untersuchen, z. B. wenn ein beobachteter Gegenstand 4000 Fufs entfernt wäre; und Signale auf 2000, 1500, 1000, und 500 Fufs zu setzen, und zu beobachten, wie die Spitzen dieser Signale sich gleichzeitig zeigen. Schon in meinen vorigen Beobachtungen war eine Krümmung des Strahls auf 1000 Fufs Entfernung merklich, die aber in Ermangelung vollständiger Beobachtungen sich bloß entdecken, aber nicht genau bestimmen liefs. (Ich habe in dem Buche hierüber etwas gesagt.) Vollständige Beobachtungen würden uns in den Stand setzen, statt der beobachteten Sehne des Strahls seine Tangente, die man eigentlich haben will, zu bestimmen; — ein wichtiger Umstand, auf den Hr. Dr. Olbers mich zuerst aufmerksam gemacht hat.

Noch eine andere Reihe von Beobachtungen scheint mir wichtig zu seyn. Da die Wärme ganz nahe an der Erde, in Höhen, die wenig verschieden sind, oft so sehr merklich ungleich ist, so kann schon eine Aenderung von 1 oder 2 Fufs in der Höhe des Auges die scheinbaren Höhen ganz merklich afficiren. Einige Beobachtungen, die zu isolirt stehen, um allein etwas zu entscheiden, deuten sehr bestimmt hierauf hin. Es wäre daher interessant, ein Mal einerlei Gegenstände, wozu

ziemlich nahe am passendsten wären, so zu beobachten, daß bei geradlinigem Fortgange der Lichtstrahlen das Auge sich etwa ein Mahl in 5 Fufs, das andere Mahl in 2 Fufs Höhe befände.

Die Vervollkommnung der oben in Nr. 5. erwähnten Beobachtungen gäbe noch aufser dem eine neue nothwendige Reihe von Beobachtungen.

Endlich müßte man dann noch, um über die wahre Höhe der Gegenstände gar keinen Zweifel übrig zu lassen, ein ganz genaues Nivellement bis zu jedem derselben anstellen.

Dieses sind in Kurzem die Projecte zu ein Paar tausend neuen Beobachtungen, die ich gern anstellte, wenn es mir nur nicht an manchen Erfordernissen, besonders an einem Gehülfen und an Instrumenten, fehlte.

Von Rechts wegen sollte man auch über die Bahn derjenigen Lichtstrahlen, welche die Spiegelung unterwärts bewirken, noch genauere Beobachtungen anstellen; aber da mit dieser Spiegelung bei Gegenständen, die man über eine Erdoberfläche hin sieht, fast ohne Ausnahme ein heftiges Zittern der Gegenstände verbunden ist, so glaube ich kaum, daß sich darüber etwas Genaueres beobachten läßt.

Noch weniger lassen sich Beobachtungen über die Bahn der Strahlen bei der Spiegelung oberwärts anstellen, weil diese so selten ist, und in Rücksicht der Gegenstände, an denen sie sich zeigt, so ungewiß, daß man darauf gar keine Anstalten im Voraus machen kann; und während ihrer kur-

zen Dauer ist dieses noch unmöglicher. Höchst interessant, aber schwerlich ausführbar, wäre es, zu der Zeit, da diese Spiegelung Statt findet, die Wärme der Luft in großen und verschiedenen Höhen zu beobachten, um den Punkt zu finden, wo die Dichtigkeit so sehr schnell abnimmt. Theils würde dieses für die Entwicklung der Theorie von Wichtigkeit seyn, theils auch uns vielleicht zur Kenntniß der wichtigen meteorologischen Proceßse helfen, die in diesem warmen Laboratorio (denn Wärme scheint doch die Hauptrolle bei allen Variationen der Refraction zu spielen) vorbereitet werden, und gewöhnlich kurz nachher in Sturm und Ungewitter uns ihre Wichtigkeit darthun.

Ueber die Morgana wünschte ich sehr, etwas Vollständigeres zu erfahren. Sollte nicht durch Hrn. Piazzzi oder andere italienische Astronomen und Physiker, vielleicht auch besonders durch Hrn. Volta, obgleich dessen Wohnort schon zu entfernt von Calabrien ist, über diese Erscheinung Nachricht zu erhalten seyn? — Allem, was ich bis jetzt von Beschreibung dieser Phänomene kenne, scheint ganz der philosophische Geist zu fehlen, welcher nöthig ist, um gerade das Rechte zu treffen, und aus dem Chaos von zerstreuten Nebendingen nur den Hauptpunkt hervor zu heben.

Aber es ist Zeit, dafs ich aufhöre, um Sie nicht ganz zu ermüden.

Ihr

H. W. Brandes.

III.

HYDRAULISCHE UNTERSUCHUNGEN

über die Friction des Wassers in cylindrischen Röhren;

in einer Folge mehrerer Aufsätze,

vom

Berg-Commissionsrath Busse,
Prof. d. Math. u. Phys. an d. Bergakad. zu Freiberg.

1. *Versuche, um zwischen Cohäsion und Attraction zu unterscheiden.*

Man nehme zwei Platten von Marmor, Messing, oder einem andern gut polirbaren Metalle, jede leicht genug, um sie ohne alle Anstrengung, folglich sehr sanft und stetig mit der Hand bewegen, und während der Bewegung noch sehr leise fühlen zu können. Man nähere langsam ihre polirten Flächen einander, und trenne sie wieder, oder verschiebe sie an einander. Mögen wir noch so gewiss seyn, dass die Flächen trocken sind, es kommt uns dennoch so vor, als ob sie mit einer Fettigkeit beschmiert wären; und so muss es uns vorkommen. Denn wenn man Butter oder andere ähnliche Fettigkeit schmiert, so hat man die *vielen kleinen* Cohäsionen der vielen Körperchen, welche von *einander getrennt* werden, zu überwinden; und bei jener Trennung oder Verschiebung der

Platten, in den vielen Punkten, wo sie einander berühren, hat man es eben so mit ihren eben so vielen und kleinen Cohäsionskräften zu thun.

Werden die Platten nur *längs* einander *verschoben*, so hat man *lediglich* die Cohäsionen zu überwinden; man muß nämlich diejenigen Theile der Platten, die einander berührten, sämmtlich von einander trennen. Die Attractionen aber (oder die für unsere Hand noch merklichen *Anziehungen* auch zwischen den *etwas entfernteren* Theilen der beiden Platten) müssen in diesem Falle durch ihren gleichen Zug und Gegenzug, von denen jener der Bewegung gemäß, dieser ihr entgegen gesetzt gerichtet ist, sich einander *ziemlich* aufheben, von den wenigen Theilen der Platten abgesehen, welche an den äußersten Enden der Bewegung sich von einander einseitig entfernen, ohne daß auch eine gegenseitige Näherung mit andern Theilen dabei Statt findet. Wenn man dagegen die beiden Platten nach entgegengesetzten, ihnen selbst normalen Richtungen von einander entfernt, so hat man, außer jenen Cohäsionen, auch die eben genannten Attractionen sämmtlich vermittelst der Hand zu überwinden.

Auf den sehr merklichen Unterschied des Widerstandes, den man in dem einen und in dem andern Falle empfindet, pflege ich schon seit 20 Jahren in meinem mündlichen Unterrichte über Physik aufmerksam zu machen. Vor einigen Jahren liefs ich zwei metallene Scheiben (die, wenn

sie mit warmen Fett beschmiert werden, sehr stark an einander hängen) dergestalt zurichten, daß man sie *nicht nur*, wie es bei solchen Versuchen bisher schon gewöhnlich war, nach den ihnen *normalen* Richtungen, sondern auch nach den ihnen *parallelen* Richtungen von einander ziehen, und die dazu nöthigen Kräfte, vermittelst der Wage, durch Gewichte messen könnte. Natürlich müssen, um zu etwas zuverlässigen mittlern Größen zu gelangen, die Platten viele Male, immerfort unter einerlei Temperatur, beschmiert werden und erkalten, auch muß man sie nach dem Beschmieren jedes Mahl mit einem gleich starken Drucke an einander pressen. Es geht ins Grobe, wie sehr das Aneinanderhängen mit diesem Andrücken zunimmt. Zwei messingene Platten von etwa 5 Quadratzollen mit Wasser benetzt, und nur sehr schwach an einander gedrückt, wurden durch etwa 10 Pfund aus einander gerissen. Nachdem ich sie zwischen dem Daumen und den übrigen Fingern stark an einander gedrückt hatte, waren über 25 Pfund dazu nöthig.

Andere immerfort mir neu entstehende Untersuchungen haben mich noch nicht dazu kommen lassen, eine hinreichende Menge der vorhin erwähnten Versuche anzustellen. Auch bedachte ich bald, daß es namentlich für gewisse hydraulische Bewegungshindernisse, die man in der Kürze *Friction* zu nennen pflegt, von vorzüglicher Wichtigkeit sey, über den Unterschied derjenigen Co-

häsions- und Attractions-Größen gewifs zu werden, welche *Wasser* in der Berührung mit festen Körpern, in deren Nähe, beweiset. Es wäre wohl zu wünschen, dafs mehrere Physiker auf schickliche Versuche hierüber dächten; wie ich selbst es zu thun Willens bin *). Was man zu wissen bedürfe, wird aus der Abhandlung abzunehmen seyn, die ich hier unmittelbar auf die gegenwärtige folgen lasse.

Uebrigens entgeht es mir nicht, dafs es ungewifs ist, ob zwei solide Elementartheilchen in mathematischer Strenge, nämlich so, dafs ihre Entfernung ein völliges Nichts sey, einander berühren können oder nicht **); dafs nach einiger *Wahrscheinlichkeit*, Cohäsionskraft und Attractions-

*) Ich muß hierbei bemerken, dafs gegenwärtiger Aufsatz sich schon seit einigen Monathen in meinen Händen befindet, und dafs zu der Zeit, als ich ihn erhielt, Heft 9 des vorigen Jahrgangs dieser *Annalen*, worin der Anfang der Untersuchungen des Hrn. La Place über die Kraft enthalten ist, welche in den Haarröhren und bei ähnlichen Erscheinungen wirkt, dem Hrn. Verf. noch nicht konnte zu Gesicht gekommen seyn. Herr Buffe wird unstreitig, wenn er die scharfsinnigen Forschungen des Herrn La Place durchdacht und geprüft haben wird, sich selbst darüber erklären, in wie weit durch sie der Wunsch, welchen er hier äussert, erfüllt worden ist, und in wie fern seine Gedanken über Cohäsion und Attraction mit den Resultaten überein stimmen, die Hr. La Place aus der Theorie, die er uns gegeben, gezogen hat: mir scheinen sie ihnen nicht entgegen zu seyn. *Gilbert.*

**) Die Einwendung gegen die *wirkliche* Berührung, dafs dabei die Cohäsionskraft unendlich groß werden müßte, hält nicht Stich. Mag immerhin die Cohäsionskraft K den

kraft einerlei, beides dieselbe Function der Entfernung ist, und dergleichen mehr. Aber selbst auch, wenn man das Einerlei dieser Function zugesteht, so kann man dennoch darthun, daß beider Widerstand gegen verschiedene Bewegungsrichtungen in sehr verschiedener GröÙe wirken muß, wenn man nur annimmt (welches eben so viel Wahrscheinlichkeit hat), daß selbst die dichtesten Körper, die wir kennen, nur einen kleinen Theil des Raumes wirklich ausfüllen, den sie auszufüllen scheinen, wodurch denn das vorher von mir Hinzugefügte ziemlich erklärt wird. Sogar auch gegen das eben gebrauchte Wort der Ausfüllung können wieder Einwendungen gemacht werden; mit vieler Mühe hätte ich mich indess ziemlich unverständlich abstract ausdrücken müssen, wenn ich alle solche Ausdrücke hätte vermeiden wollen, welche bald gegen diese, bald gegen jene natur-philosophische Meinung anstoßen können. Aber meine Absicht ist, für die Anwendung nützlich zu werden; und dabei wird man sicherlich am besten fahren, wenn man das Bestreben zweier Körper, bei einander zu bleiben, *Cohäsion* nennt, falls sie einander, es sey wirklich, berühren, oder

Factor $\frac{e^n}{E^n}$ haben, der bei unendlich kleinen Entfernungen, $E = 0$, unendlich groß wird, so hat sie doch überdies auch den Factor $\frac{F}{f}$, wo F und f die Berührungsflächen bedeuten; daher bei unendlich kleinen E und ebenfalls unendlich kleinen F die Cohäsionskraft immerhin eine endliche GröÙe behalten kann. *Buffe.*

doch so nahe sind, daß ihre Entfernung in Vergleichung der Zwischenräume in ihrem Volumen sehr klein ist; *Attraction* aber, wo sie auch in Vergleichung dieser Zwischenräume schon merklich von einander entfernt sind.

2. *Folgerungen aus Bossut's Versuchen*
über die
Friction des Wassers in cylindrischen Röhren.

Die folgende Tabelle besteht aus zwei Hälften. Die erste Hälfte enthält Bossut's hierher gehörigen 24 Versuche, aus seinem Lehrbegriffe der Hydrodynamik (nach Langsdorf's Uebersetzung, Band 2. Kap. 8. S. 129 f.). Sie zerfallen in 4 Klassen; diese habe ich durch I, II, III, IV bezeichnet. *L* bedeutet die Länge der Röhre in jedem Versuche, *D* ihren Durchmesser, *a* die beständige Höhe des Druckwassers, und *M* die beobachteten Wassermengen, sämmtlich aus den Beobachtungen, die zum Theil nur 45 oder 50 Sekunden, zum Theil auch 1 Minute dauerten, für die Minute berechnet, und zwar noch etwas genauer berechnet, als es von dem Verfasser für seine Tabelle S. 133 geschehen ist. Aus diesen Datis habe ich die zweite Hälfte der Tabelle, welche aus den drei andern Spalten besteht, auf eine Art berechnet, über die ich mich sogleich erklären will.

Erster Theil.

Zweiter Theil.

Ver- such.	L		D	a	M	c	$\frac{1}{c}$	f.
	par.	F.	p. Mafs	Fufs	Kub. Z.	par. F.		
I. 1	1.	30	$\frac{1}{3}$ Zoll also $\frac{1}{3}$ Fufs.	1	2778,66	0,12652	7,904	0,0226
I. 2	2.	30			1957,33	0,06278	15,930	0,0262
I. 3	3.	30			1586,66	0,05216	19,185	0,0215 (!)
I. 4	4.	30			1351,2	0,04125	24,242	0,0208 (!)
I. 5	5.	30			1178,4	0,02276	43,948	0,0312
I. 6	6.	30			1052,4	0,01815	54,973	0,0328
II. 1	1.	30	eben- falls.	2	4065,6	0,2708	3,692	0,02068
II. 2	2.	30			2888,2	0,1367	7,316	0,02375
II. 3	3.	30			2352,	0,0906	11,032	0,02502
II. 4	4.	30			2011,	0,06626	15,091	0,0263
II. 5	5.	30			1762,	0,05087	19,658	0,0278
II. 6	6.	30			1583,	0,04106	24,355	0,0289
III. 1	1.	30	2,0104 Zoll also 0,16753 Fufs.	1	7680,	0,18704	5,346	0,0197
III. 2	2.	30			5564,5	0,09819	10,184	0,0233
III. 3	3.	30			4534,3	0,06519	15,338	0,0251
III. 4	4.	30			3944,	0,04944	20,273	0,0256
III. 5	5.	30			3486,4	0,03854	25,943	0,0268
III. 6	6.	30			3119,2	0,03085	32,411	0,0283
IV. 1	1.	30	eben- falls.	2	11219	0,39914	2,505	0,0179
IV. 2	2.	30			8190,	0,21271	4,7013	0,0212
IV. 3	3.	30			6812,	0,14715	6,7957	0,0219
IV. 4	4.	30			5884,6	0,10981	9,1064	0,0229
IV. 5	5.	30			5232,	0,08681	11,520	0,0237
IV. 6	6.	30			4710,5	0,0704	14,212	0,0248

Ich habe nämlich zuvörderst aus den Wassermengen in der letzten Spalte der ersten Hälfte die Geschwindigkeitshöhen c des ausfliessenden Waf-

fers berechnet. Es sey $c = \frac{cc}{4g}$, und c bedeute die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers für die Sekunde, als Zeiteinheit, und in pariser Fussen angegeben; wofür die 4fache Fallhöhe $4g = 60,38$ pariser Fuß ungefähr ist. Man hat alsdann

$$\frac{M}{1728 \cdot 60} = \pi \cdot \frac{DD}{4} \cdot c = Wc,$$

wo W die Weite der Röhre in Quadratfussen bedeutet. Also

$$c = \frac{M \cdot M}{1728^2 \cdot 60^2 \cdot WW \cdot 4g}.$$

In der obigen Tafel ist auch die Gröſſe $\frac{1}{c}$ angegeben, deren man bedarf, um die Gröſſe f zu berechnen.

Indem das Wasser, welches (durch die Druckhöhe a im Behälter) in dem Ausflusse von der Geschwindigkeits-Höhe c erhalten wird, durch irgend eine oder mehrere Mündungen aus dem Behälter in diejenige cylindrische Röhre kommt, deren Friction hier untersucht werden soll, so wird bei der örtlichen Geschwindigkeits-Aenderung in jenen Mündungen ein Kraftverlust entstehen, den wir $= 0 \cdot c$ setzen wollen. Ein zweiter Kraftverlust, welcher eben wegen der Friction längs der Röhre entsteht, heiſſe $= \Phi \cdot c$. Man hat dann überhaupt

$$(0 + \Phi + 1) \cdot c = a.$$

Aus Gründen, die sehr nahe liegen, auch von mehrern deutschen Hydraulikern aufgeführt

werden, würde man, wenn die Boffüt'schen Versuche für die Dimensionen - richtige Formel

$$\Phi c = f \cdot \frac{L}{D} \cdot c$$

benutzt würden, aus ihnen zu erwarten haben, daß darin *f* eine ziemlich constante Zahl seyn müsse; wenn sich nicht ebenfalls von vorne her einsehen liesse, daß der *Frictionswiderstand* mit *wachsender Geschwindigkeit abnehmen* müsse. Der Grund, aus welchem mir dieses einleuchtet, scheint bis jetzt noch niemand beigefallen zu seyn; daher ich in der Kürze ihn darstellen will.

Wenn ein fester Körper längs einer schiefen Ebene herab gleitet, so hat er dreierlei Arten von Widerstand zu besiegen. *Erstens*, die Cohäsion in den beiden sich berührenden Ebenen, welche bei polirten und geschmierten Metallen sehr viel stärker seyn wird, als bei etwas rauhen und ungeschmierten Flächen von Holz, u. dgl. m. *Zweitens*: wegen der kleinen Hervorragungen in den beiden Ebenen wird der Körper etwas steigen und fallen, und dazu Kraft verbrauchen; oder er wird, *Drittens*, diese Erhabenheiten abreißen, wenn irgend hierzu weniger Kraft, als zu *zwei*, nöthig ist. Dieses letztere ist gar sehr der Fall, wenn ein Schiff vom Stapel läuft. Das Zerreißen der hervorragenden Holztheile erfordert nur eine bestimmte Kraft, die nämlich mit dem Gewichte des Körpers nur wenig oder gar nicht wächst. Daher kommt es, daß der Frictionswiderstand in diesem

Bei-

Beispiele nur einen auffallend geringen Theil von dem grossen Gewichte des Schiffes ausmacht.

Wasser, das durch Röhren läuft, wird in seinen äussersten Theilen, welche die Röhrenwand berühren, mit derselben ziemlich stark *cohäriren*. Auch die nächst inneren, der Röhrenwand sehr nahen, Theile werden noch merklich von ihr *angezogen*, aber so, daß diese Anziehung mit der zunehmenden Entfernung von der Röhrenwand ziemlich stark abnimmt. Auch da, wo der Durchlauf solche Wassertheile, die noch merklich stark von der Röhrenwand angezogen werden, mit sich fortführt, hat er dennoch, bei einem bereits parallelen Laufe seiner Stromfäden, gegen die *Attraction* nur einen sehr geringen Kraftaufwand zu machen *). Aber wenn das sämmtliche Wasser in

*) Dieser Kraftaufwand würde geradezu nichts seyn, wenn man nicht auf die in dem vorher gehenden Aufsatze erwähnten Zwischenräume achten, sondern das Wasser als einen völlig stetigen Körper betrachten wollte. Denn es sey *A* (Fig. 3. Taf. III.) ein Wassertheilchen, das der Röhrenwand parallel mit der Geschwindigkeit *AC* sich bewegt; und es sey *AM* = $-AE \cdot \cos. MAE$ der Zug, durch welchen die *Attraction* des Röhrentheils *E* die Bewegung des Wassertheilchens *A* verzögern könnte: so wird es, falls man das Wasser als einen völlig stetigen Körper sich denkt, in *H* einen andern Theil der Röhrenwand geben, welcher auf eben das Theilchen *A* den Zug *AN* = $+AH \cdot \cos. HAN$, dem vorigen Zuge gleich und entgegen gerichtet, ausübt. Auch der stärkste unter allen Zügen, nach der Richtung *GA*, ungefähr = $EA \cdot \frac{EA^2}{GA^2}$, wird eben deshalb, weil er auf die Richtung *AC* normal ist, weder für noch gegen sie wirken, u. s. w. *Buffé.*

der Röhre mit gleicher Geschwindigkeit *AC*, auch in den Theilen, welche die Röhrenwand berühren, sich fortbewegen sollte, so müßten auch die *Cohäsionen* zwischen den äußersten Wassertheilen und der Röhrenwand überwunden werden. Diese sind zu beträchtlich, als daß nicht eine *kleinere* Summe des Kraftverlustes entstehen sollte, wenn der Strom eine äußerste Wasserwand an den Röhren ruhig kleben läßt, obgleich hiermit ein zweiter Kraftaufwand eben deshalb entsteht, daß in dem nunmehr *verengerten* Strome das Wasser mit *größerer* Geschwindigkeit muß bewegt werden. Während dieser Bewegung würden auch immerhin die *Cohäsionen* zwischen demjenigen Wasser, welches ruhig an der Röhre kleben bleibt, und dem fort bewegten, von *jenen getrennten* Wassertheilen zu besiegen seyn. Je kleiner der Durchmesser des wirklich fort bewegten Wassercylinders ist, um desto geringer wird der Widerstand jener Trennung ausfallen, und dagegen die Geschwindigkeit in jenem Cylinder quadratisch größer werden müssen. Daher es, auch wenn man sich zuvörderst nur einen durchaus gleichförmig bewegten Cylinderstrom, und das übrige Wasser zwischen ihm und der Röhrenwand dagegen völlig ruhend denkt, immer schon einen gewissen Durchmesser des bewegten Cylinders giebt, bei welchem, beiderlei Kraftaufwand zusammen genommen ein Minimum ausmacht. Allerdings wird, namentlich auch deshalb, weil das Wasser kein vollkommen stetiger Körper ist, das wahre

Minimum, dessen sich die Natur bedienen muß, dergestalt eintreten, daß die Geschwindigkeit von der Röhrenwand nach der Mitte hin nach und nach abnimmt; indessen braucht man nur die bekannten Begriffe von relativer Ruhe und relativer Bewegung zu Hülfe zu nehmen, um es einzusehen, daß auch in Hinsicht der wahren feineren Abstufung, schon aus jener grob gedachten plötzlichen Abstufung zwischen ruhenden und bewegten Wassertheilen, vollkommen richtig gefolgert wird: *ist die Geschwindigkeit in der Röhre nur geringer, so wird der Cohäsionswiderstand in Vergleichung der Geschwindigkeitshöhe im verengten strömenden Cylinder einen beträchtlichern Theil, als bei größerer Geschwindigkeitshöhe, von derselben ausmachen; daher bei geringerer Geschwindigkeit mehr Wasser in Ruhe bleibt, und dagegen der Kraftverlust durch die Erzeugung der verhältnißmäfsig stärker vermehrten Geschwindigkeit gröfser ist, als bei gröfserer Geschwindigkeit.* Ist die Geschwindigkeit sehr grofs, so wird die sehr bestimmte Cohäsionskraft der Wassertheilchen nur etwas sehr unbedeutendes gegen die vorhandene Geschwindigkeitshöhe ausmachen; so daß ein kleiner Theil derselben hinreichend ist, um die Zerreiſung der Wassertheile zu bestreiten, fast auf die nämliche Weise, wie ein Schiff, das vom Stapel läuft nur einen geringen Theil seines relativen Gewichtes auf die Zerreiſung der kleinen Hervorragungen in seiner Bahn zu verwenden braucht. Man könnte übrigens die Aehnlichkeit

zwischen beiden Erscheinungen noch weiter treiben, als es hier uns nöthig schien, um von dem Satze gewiss zu werden, daß $\Phi \cdot c$ bei größerem c , einen kleinern Theil desselben ausmachen muß, als bei kleinerem c , und daß es fast lediglich aus diesem Umstande herzuleiten ist, daß in $\Phi \cdot c = f \cdot \frac{L}{D} \cdot c$, die Zahl f sich sehr merklich veränderlich zeigt.

Hätte man durch solche Versuche, als ich in dem vorhergehenden Aufsatze erwähnt habe, es erforscht, wie viel der Unterschied zwischen den dort so genannten Cohäsionen und den Attactionen bei solchem Wasser beträgt, welches von nahen festen Körpern angezogen wird, so dürfte sich das eben erwähnte Minimum durch Rechnung finden, und dadurch der Gang in der Veränderung des f von vorn her ziemlich bestimmen lassen. Für jetzt aber wollen wir bloß darauf denken, diesen Gang aus *Versuchen mit Röhrenfahrten* unmittelbar abzuleiten. Für diese Absicht finde ich unter denen berühmt gewordenen Versuchen, welche ich ohne Zeitverlust nachschlagen kann, diejenigen von Boffut noch am genauesten beschrieben und am zweckmässigsten geordnet, wie man aus meiner obigen Classificirung derselben ersehen kann. Freilich aber hat auch Er es versäumt, einen vorläufigen Versuch zur Bestimmung der Zahl ϕ in unserer Gleichung $(\phi + f \cdot \frac{L}{D} + 1) \cdot c = a$ mit einem $L = 0$ anzustellen; und hat doch gleichwohl

die beiden Mündungen, welche das Wasser aus seinem Behälter bis zum Anfange der Röhre hin durchlaufen muß, nicht so genau beschrieben, daß man etwa aus der Gestalt und Lage dieser beiden Mündungen jenes ϕ ziemlich genau schätzen könnte.

Wenn wir in jeder Klasse die sechs Versuche dadurch unterscheiden, daß wir f^I für $L = 1.30$ und sein c durch c^I schreiben, ferner f^{II} für $L = 2.30$ und sein c durch c^{II} , u. s. w., so haben wir aus den 6 Versuchen in jeder Klasse folgende 6 Gleichungen.

$$\phi + f^I \cdot \frac{1.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^I};$$

$$\phi + f^{II} \cdot \frac{2.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{II}};$$

$$\phi + f^{III} \cdot \frac{3.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{III}};$$

$$\phi + f^{IV} \cdot \frac{4.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{IV}};$$

$$\phi + f^V \cdot \frac{5.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^V};$$

$$\phi + f^{VI} \cdot \frac{6.30}{D} + 1 = \frac{a}{c^{VI}}.$$

So gewiß es nun ist, daß die Zahl ϕ bei diesen sechs Versuchen einerlei bleibt, so giebt es doch immer noch *aufser* diesem ϕ noch die 6 verschiedenen f zu bestimmen; wozu also die 6 Gleichungen nicht hinreichen.

Bedenkt man indessen, daß auch die ϕ der I. und II., desgleichen die ϕ der III. und IV. Klasse, wegen ihrer unveränderten Mündungen, einander fast völlig gleich bleiben, indem diejenigen bei der größern Druckhöhe $a = 2$ Fufs, in der II. und IV. Klasse, nur um ein unbedeutendes geringer, als bei der geringern Druckhöhe $a = 1$ Fufs, in der I. und III. Klasse, seyn werden *), so würde man versichert seyn, aus Versuch I, 4. die Gleichung $\phi + f \cdot \frac{4 \cdot 30 \cdot 9}{1} + 1 = 1 \cdot \frac{1}{c}$, und aus Versuch II, 6. die Gleichung $\phi + f \cdot \frac{6 \cdot 30 \cdot 9}{1} + 1 = 2 \cdot \frac{1}{c}$ zur Bestimmung sowohl der Zahl ϕ , als der Zahl f gebrauchen zu können; indem hier die beiden c beinahe völlig gleich sind, und daher auch die beiden f äusserst nahe einander gleich seyn müssen; wenn nur nicht der unglückliche Umstand einträte, daß gerade auch in dem Versuche I, 4. ein beträchtlicher Fehler im Abmessen der Wassermenge oder der Druckhöhe vorgefallen seyn muß. Man nehme nur die ersten Differenzen der c unserer obigen Tafel, so wird es aus ihrer gar zu grossen Unordnung sogleich erhellen, daß schon bei I, 3., insbesondere aber auch bei I, 4., die c^{III} und die c^{IV} (die ich aus den angegebenen Wassermengen sorgfältig berechnet habe) um ein beträchtliches zu

*) Aus Gründen; die ich in meiner Recension der *hydraulischen Versuche* von Michelotti, Hall. Allgem. Lit. Zeit. J. 1809. Nr. 197. und 198., (und die man weiter unten finden wird,) berührt habe.

groß sind; daher es kommt, daß aus den beiden angeführten Gleichungen eine ganz unschickliche Kleinheit für ϕ bestimmt wird. Es ist sogar eine negative Zahl, die sich für ϕ ergibt.

Will man nun ein Paar andere Versuche aus zwei Klassen wählen, so findet man keine, deren Geschwindigkeiten nicht so beträchtlich von einander verschieden wären, daß man nicht zuvor auf interpolirte Geschwindigkeiten denken müßte. Zu geschweigen, daß die Interpolirungsmethoden nur ein sehr ungefähres c geben können, so ist ja über dies und überhaupt, nach den beträchtlichen Beobachtungsfehlern, welche bei Versuch I, 3. und I, 4. offenbar genug vorgefallen sind, auch von den übrigen Versuchen eine so ungemeine Richtigkeit in Abmessung der Wassermengen und Druckhöhen nicht zu erwarten, als sie es seyn müßte, wenn das ϕ mit einiger Genauigkeit aus zwei Versuchen bestimmt werden sollte. Daher bleibt es nun immer noch das rathsamste, die Zahl ϕ *a priori* zu schätzen, und da ist es ziemlich wahrscheinlich, daß sie für die beiden cylindrischen Einmündungen, wie sie bei Bossut's Vorrichtung vorhanden waren (man sehe seine eigene Beschreibung, §. 580.), zwischen 0,525 und 1,05 fallen muß; indem ja jene kleinere Grenze für eine solche isolirte cylindrische Mündung gehören würde, welche die Geschwindigkeit $c = 0,81 \cdot \sqrt{2ga}$ zu geben pflegt; die erste von den beiden Mün-

dungen in Bossut's Vorrichtung aber wohl etwas weniger Kraftverlust verursachen möchte. Selbst auch, wenn man etwas Weniges auf diejenige Friction mit rechnet, welche bis zur cylindrischen Röhre hin schon vorfällt, so dürfte $\phi = 0,8 \cdot \sqrt{2ga}$ hinreichend groß angesetzt seyn, für die beiden Mündungen zusammen genommen.

Gesetzt aber, daß hiermit ϕ um etwas zu groß oder zu klein geschätzt sey, so wird dieses dennoch, wenn man nach der Gleichung $1,8 + f \cdot \frac{L}{D} = \frac{a}{c}$ die $f = \frac{D}{L} \left(\frac{a}{c} - 1,8 \right)$ für alle 24 Versuche berechnet, auf die Bestimmung der f nur einen sehr geringen Einfluß haben; daher in dieser Hinsicht die f , wie sie von mir mit vieler Sorgfalt durch Logarithmen berechnet, und in der vorstehenden Tafel aufgeführt sind, für hinreichend zuverlässig gelten können. Nur zwei von ihnen, für Versuch I, 3. und I, 4. zeigen eine sehr merkliche Abweichung von dem übrigen ziemlich ordentlichen Gange; aber das sind auch gerade die beiden Versuche, von denen wir schon vorhin bemerkten, daß ihre Wassermengen oder Druckhöhen fehlerhaft beobachtet seyn müssen.

In folgender Tabelle sieht man die sämtlichen f neben den aufgereihten Geschwindigkeits-Höhen c aufgeführt.

Versuch	c	f
IV, 1	0,39914	0,0180
II, 1	0,27084	0,0107
IV, 2	0,21171	0,0212
III, 1	0,18704	0,0198
IV, 3	0,14715	0,0219 (!)
II, 2	0,13668	0,0237
I, 1	0,12652	0,0226
IV, 4	0,10981	0,0229
III, 2	0,09819	0,0234
II, 3	0,09065	0,0251 (!)
IV, 5	0,08681	0,0237
IV, 6	0,07036	0,0248
II, 4	0,06626	0,0263
III, 3	0,06519	0,0252
I, 2	0,06278	0,0262
I, 3	0,05216	0,0215
II, 5	0,05087	0,0278
III, 4	0,04944	0,0258
I, 4	0,04125	0,0208
II, 6	0,04106	0,0289
III, 5	0,03854	0,0270
II, 6	0,03085	0,0285
I, 5	0,02276	0,0312
I, 6	0,01815	0,0328

Für die *theoretische Praxis im Maschinenwesen* wird aus unsern Berechnungen die Regel folgen, daß man ungefähr

$f = 0,03$ für die Geschwindigkeits-Höhen $c = 0,02$ bis $0,03$
 $= 0,025$ — — — — — $= 0,04$ — $0,10$
 $= 0,02$ — — — — — $= 0,20$ — $0,40$

ansetzen kann; und daß für noch größere c die Zahl f nur unbeträchtlich abnehmen, für noch kleinere c aber noch beträchtlich zunehmen wer-

de. Noch genauere Stufen des f , als die von 5 zu 5 Hunderttheilen, werden für die meisten Maschinen nicht nöthig seyn; da bei den meisten Maschinen die Röhren nur kurz sind, und es daher von keinem Belange ist, ob man die Zahl f etwas zu groß oder zu klein aufgeführt hat.

Prony's abgekürzte Formel aber, in seinen *Recherches physico-mathematiques*, nach welcher man durchaus $f = 0,0273$ zu setzen hätte, kann zu viel fehlen, und ist über dies, so wie auch seine andere genauere und für den Gebrauch zu unbequem geformte, aus einer nicht richtigern Ansicht der Sache, obgleich übrigens mit sehr genauer calculatorischer Mühsamkeit, gefolgert; wie ich in meiner Recension jenes in vieler Hinsicht sehr merkwürdigen Buches erinnert habe. *Hall. Allg. Lit. Zeit.* J. 1809. Nr. 309., und hier die folg. Seiten.

Langsdorf hat seine Formel mehrmahls geändert. In einer derselben hat er auf $f = 0,02$ durch Uebereilung geschlossen. Ich erhielt dagegen $f = 0,03$, als ich lediglich aus Anderer, namentlich aus Eytelwein's Bearbeitung dahin gehöriger Versuche, für meine Dimensionen - richtige Formel des $\Phi. c. = f \cdot \frac{L}{D} \cdot c$, die Zahl f berechnete. So habe ich f in meiner *Betrachtung der Holl'schen Wassersäulenmaschine* angesetzt; wie ich nunmehr wohl einsehe, für die dortigen beträchtlichen Geschwindigkeiten gewiss zu groß! Indessen ist es besser, die hydraulischen Bewegungs-Hin-

dernisse lieber zu groß als zu klein für eine Maschine angerechnet zu haben, von der man gewiss seyn will, daß sie den versprochenen Effect wirklich leisten werde.

Da man übrigens bei jeder Maschine, indem man sie der Theorie unterwirft, die ungefähre GröÙe aller bei ihr schicklichen Geschwindigkeiten schon im Voraus zu schätzen weiß, so wird ihre calculatorische Untersuchung durch den Umstand nicht verhindert, daß man die Zahl f in dem Ausdrucke $f \cdot \frac{L}{D} \cdot c$ für verschiedene c etwas verschiedenen anzusehen hat.

Gar sehr wäre nun freilich zu wünschen, daß neue Versuche, — und namentlich mit dem hydraulischen Thurme zu *Turin* von dem einsichtsvollen (jetzt lebenden) Michelotti, dem Sohne, — angestellt würden, um den Gang des f für den so bequemen und Dimensionen richtigen Ausdruck $f \cdot \frac{L}{D} \cdot c = a - (1 + 0) c$ genauer und für mehrere Fälle zu bestimmen, als aus Bossut's Versuchen es hiermit geschehen konnte. Bei jeder Klasse von Versuchen müßte dann durch einen vorläufigen Versuch mit $L = 0$ auch das jedesmahlige 0 unmittelbar bestimmt werden. Auch sollte der ersten Röhre von der Länge $1 \cdot L$ noch ein Vorsatz, lang $3 \cdot D$, gegeben werden, weil hierin noch keine Friction vorfällt, und das Wasser erst am Ende der Länge $3D$ genau an die Röhre zu schließen anfängt.

3. K R I T I K

der physisch-mathematischen Untersuchungen Prony's über die Theorie des fließenden Wassers; im Auszuge aus der Allg. Liter. Zeit. 1809. Nr. 309.

Die Hauptabsicht dieser merkwürdigen Untersuchungen, welche in folgendem Werke: *Recherches physico-mathematiques sur la théorie des eaux courantes, par R. Prony, Paris 1804. XXXII u. 130 S., nebst Tabellen und 2 Kupfert. gr. 4. (5 Rthlr.)* — enthalten sind, geht dahin, den Widerstand der Cohäsion und Friction zu bestimmen, welchen laufendes Wasser leidet, wenn es 1) in hinlänglich langen Röhren, oder 2) in hinlänglich langen natürlichen oder künstlichen Flußbetten zur gleichförmigen Bewegung gebracht ist. (*Les mouvements qui ont lieu dans les tuyaux et les lits naturels ou factices, où les fluides peuvent parcourir d'assez grandes longueurs pour acquérir, en vertu des résistances dues à la cohésion et au frottement, une vitesse constante.*)

Dem einsichtsvollen Verfasser ist es gewiß nicht unbekannt, daß auch durch bloße Plattenmündungen ohne alle Röhren ebenfalls, und in sehr kurzer Zeit, die Bewegung gleichförmig wird; auch findet man diese gleichförmige Bewegung in seinem 189. §. ausdrücklich erwähnt. Aber indem er dort hinzu fügt, daß diese *anscheinend* gleichförmige Bewegung in *kurzen* Röhren oder bloßen Mündungen ohne Röhren, von *besondern* Ursachen herrühre: so muß man doch vermuthen,

dafs er, ungeachtet seiner grofsen ihm gewöhnlichen Sorgfalt, gleichwohl jene Ursachen sich nicht deutlich genug vorgestellt hat; sonst hätte es ihm einleuchten müssen, dafs jene von ihm genannten besondern Ursachen bei langen Röhren eben so gut als bei kurzen wirken. Was für einen zweckwidrigen Erfolg für die ganze Untersuchung der Röhrenfahrten, die Ansicht, welche mit jener *hinreichenden* Länge zusammen hängt, erzeugt hat, wird aus der Folge erhellen; wohin ich auch rechne, dafs Hr. Prony dem jetzt so gewöhnlichen Hange zur übertriebenen Abstraction, oder Allgemeinheit des Vortrages, zu viel nachgegeben, und die Gegenstände der ersten und der zweiten Untersuchung viel zu gleichartig behandelt hat.

Mit Recht behauptet er, dafs die *erste* Untersuchung, die des *Röhrenwiderstandes*, für die *Maschinenlehre* sehr wichtig ist, weil die gute Einrichtung vieler hydraulischen Maschinen und die gehörige Würdigung ihres besten Effectes auch von diesem Widerstande mit abhängt. Wenn er aber hinzu fügt, dafs man bei Berechnung solcher Maschinen gleichwohl jenen Widerstand bisher nicht in Rechnung zu bringen pflegte, und in dieser Hinsicht die Maschinenlehre nun erst durch diese seine Untersuchungen, wodurch jener Widerstand in gehörig genaue und brauchbar anstellige Formeln gebracht sey, eine *neue* Verbesserung erhalte: so müssen wir doch dagegen versichern, dafs man in Deutschland schon lange jenen Widerstand mit in

Anschlag gebracht hat, indem durch mehrere deutsche Mathematiker, und zuerst durch Langsdorf, nicht nur mehrere von den besten Schriften der neuen französischen Experimental-Hydraulik ins Deutsche übersetzt und beurtheilt, sondern auch die Resultate jener Hydraulik, so weit man sie für hinreichend zuverlässig zu erkennen meinte, in bequemere Formeln gebracht, und durch solche namentlich auch auf die Maschinenlehre angewandt wurden. Mag das zum Theil, besonders Anfangs, und von mehrern Schriftstellern, mit mancher Uebereilung geschehen seyn: so scheinen uns dennoch die deutschen Mathematiker schon vor Erscheinung des vorliegenden Buches so weit gekommen zu seyn, daß sie Ursache haben, auf ihrem eignen Wege zu bleiben, und selbst auch ihre verehrten Nachbarn darauf aufmerksam zu machen. Namentlich sind in *Busse's Betrachtung der Höll'schen Wasserfäulenmaschine*, welche schon im Jahre 1803 gedruckt wurde, die sämtlichen Formeln für die hydraulischen Bewegungshindernisse *dergestalt* ausgedruckt, daß sie *nicht* auf ein gewisses *Lineärmaß*, z. B. nicht mit Bossut und du Buat auf den pariser Zoll, oder mit andern auf den Fuß, z. B. mit Eytelwein auf den Brandenburgisch-Rheinischen u. s. w. eingeschränkt sind, sondern, dimensionenrichtig abgefaßt, für alle Masse gelten. Wenn sie diese Dimensionenrichtigkeit nicht haben, so sind sie nicht nur *eben deshalb* auf die jedesmahlige bei den Versuchen gebrauchte Maß-

einheit eingeschränkt, und müssen mit grofser Unbequemlichkeit für jedes andere oder neue Mafs wieder geändert werden; sondern noch viel wesentlicher ist für die philosophische Betrachtung ihres physikalischen Grundes die Unvollkommenheit, dafs wenigstens eine, wo nicht mehrere, von den wirklich sächlichen Gröfsen in der Formel als eine blofse Zahl dargestellt wird, und dadurch im Dunkeln bleibt, die doch deutlicher und adäquater müfste dargestellt werden können, weil ja nothwendig jede wahre Formel auch dimensionenrichtig seyn mufs.

Die Formeln, wie sie der berühmte Verf. des vorliegenden Werkes auf eine äufserst mühsame Weise gefunden hat, sind nun nicht nur wieder dieser Unvollkommenheit unterworfen, dafs sie auf das gegenwärtig in Frankreich übliche Lineärmafs, auf den Metre, eingeschränkt sind, wie ich es in dem angeführten Werke, von den neu zu erwartenden Formeln in Frankreich vorher gesagt hatte; sondern die sämtlichen Formeln für den Röhrenlauf sind überdiess auch einer andern für ihre Anwendung auf die Maschinenlehre sehr wesentlichen Unrichtigkeit ausgesetzt, den ich mit aller in der Kürze hier möglichen Sorgfalt zu erörtern, dem berühmten und mit Recht berühmten Namen Prony's schuldig bin.

Zuvörderst werden von Hrn. Prony für ein System von festen Körperchen, welche längs einer Rinne von jeder Krümmung, aufser ihrer eigenen Schwe-

ra auch einem beliebigen, bejahten oder verneinten Drucke unterworfen sind, die Bewegungselemente in Formeln und Gleichungen gebracht, mit Hinsicht auf den Widerstand, welchen die Körperchen durch ihre Friction und durch ihren Centrifugaldruck leiden. Dann geht der Verf. zu dergleichen System eines flüssigen Körpers über. Indem er dabei allenthalben sorgfältig bemerken läßt, welcher Unterschied durch die voraus gesetzte Flüssigkeit entsteht, und bei den Formeln für dieses letztere System immerfort auf jenes erstere System der festen Körper zurück weist: so wird die Sache freilich eben dadurch schwierig, aber auch unterhaltend für jeden, der die Wissenschaft ihrer selbst wegen zu bearbeiten wünscht. Soll indessen von wirklicher Brauchbarkeit für die Anwendung die Rede seyn, und dieses Ziel hat der Verf. sich gesetzt: so sieht man hier abermahls ein neues Beispiel, dergleichen besonders in den französischen Schriften so viele vorkommen, wie wenig Verbindung zwischen jenen bloß elementarischen Formeln eines gar zu abstracten Systems und der wirklich brauchbaren und möglichen Anwendung übrig bleibt; indem man von jener Abstraction durch gewaltige Sprünge sich entfernen muß, um auf integrable Formeln zu kommen, und indem man namentlich auch, um eine bleibende Lücke zwischen jenen beiden Systemen der festen und der flüssigen Körper auszufüllen, plötzlich den Satz gebrauchen muß, daß in gleichen Zeiten durch alle Querschnitte des

Ka-

Kanals *gleich viel-Masse* hindurch läuft. Einleuchtend wird hiermit voraus gesetzt, daß man von aller Compressibilität des Wassers abstrahiren wolle; daß Hr. Prony sich nicht auf die ebenfalls ganz unpraktische Schwierigkeit einlassen wollte, auch diese sehr geringe Compressibilität in den abstracten elementarischen Formeln zu behandeln, und — bei der wirklichen Anwendung ebenfalls ungebraucht liegen zu lassen, — verdient gewiß allen Beifall.

Alles nun, was der Verfasser auf diesem seinen Wege für den Zweck seiner Untersuchung erreicht hat, besteht für die Röhrenfahrten darin, daß die Größe $\frac{g}{4} \cdot \frac{D}{\lambda} \cdot a$ eine Function der Geschwindigkeit u in der Röhre seyn muß, welche D zum äquirten Durchmesser und λ zur Länge hat, und in welcher die Bewegung durch die hydraulisch-wirksame Druckhöhe a (durch die algebraische bejahte Summe der sämmtlichen drückenden und gegendrückenden Wasserhöhen) unterhalten wird, wobei g nach bekannter Gewohnheit der französischen Mathematiker das Euler'sche $2g$ der deutschen Mathematiker bedeutet, welches ich daher hier lieber durch $2g$ schreiben will. Indem ich überhaupt, meiner Gewohnheit nach, die bekannten von der gleichförmigen Bewegung und bestimmter Zeiteinheit hergenommenen Geschwindigkeitsmasse durch deutsche Buchstaben, die den Geschwindigkeiten zugehörigen freien Fallhöhen

aber durch lateinische Buchstaben andeute: so wird $u = \frac{uu}{4g} = \frac{uu}{2g}$ die Fallhöhe der Geschwindigkeit u seyn. Wegen der hier nöthigen Hinweisung auf die Formeln des Buches, will ich nämlich mit dem Verf. die hier behandelten Geschwindigkeiten ebenfalls durch u benennen, obgleich wir sonst in Deutschland solche *constante* Geschwindigkeiten lieber durch einen der *ersten* Buchstaben des Alphabetes zu bezeichnen pflegen *).

Nachdem der Verf. den obigen Satz gewonnen hat, daß $\frac{g}{4} \frac{D}{\lambda} u = \varphi(u)$ seyn müsse: so gebraucht er den, eigentlich nur für die abstracte Analyse bloß arithmetisch richtig ausgedruckten Satz, daß jedes $\varphi(u) = c + \alpha u + \beta uu$ u. s. w. seyn müsse. Durch eine scharfsinnige Betrachtung, die auch du Buat schon benutzt hat, zeigt er, daß das erste constante Glied in den Fällen der wirklichen Anwendung alle Mal nur unbeträch-

*) So sehr sich auch Hr. Prony in seinem Vortrage überall als ein vollendeter Meister und als ein äußerst gewissenhafter und sorgfamer Lehrer zeigt: so werden dennoch einige dem französischen Vortrage eigenthümliche Undeutlichkeiten immer noch dem deutschen Leser etwas anstößig bleiben. So pflegen die französischen Mathematiker das eben erwähnte $g = 2g$, etwas sonderbar, die *force acceleratrice de la pesanteur*, = 9,8088 Metres zu nennen. In Deutschland nennen wir das mit mehr oder auch mit völliger Genauigkeit, was es ist, die Geschwindigkeit oder das Geschwindigkeitsmaß eines frei fallenden Körpers am Ende der ersten Sekunde, und 1. g seine Fallhöhe. Noch mehr wird es dem deutschen Lehrer anstößig, daß man in Frankreich die *Gewichtsverhältnisse* ebenfalls vermittelst des $g = 2g$ ausdrückt, und dadurch na-

lich sey, gegen die folgenden mit u veränderlichen Theile der Reihe. Da er übrigens schon aus den Arbeiten seiner Vorgänger es abzunehmen meinte, daß die Reihe mit $\beta u u$ abgebrochen, zur hinreichend genauen Praxis diene; so wird auch von Ihm $\varphi(u) = \alpha u + \beta u u$ gesetzt. Durch die besten Kunstgriffe der Interpolirung, die er auch mit eigenthümlicher neuer Ansicht, namentlich auch graphisch dargestellt und durchgeführt hat, werden nun aus 31 durch Boffut, du Buat, Condorcet u. a. angestellte Versuche mit Röhrenfahrten die beiden Coëfficienten α und β als absolute Zahlen (also auch α als solche!) dergestalt gesucht, daß sie das *Minimum der Anomalieen* gewähren. Auf diesem, mit musterhafter Sorgfalt durchgeführten, sehr mühsamen Wege findet der Verf., daß

$$\frac{g}{4} \cdot \frac{D}{\lambda} a = 0,00017 u + 0,0034 u u$$

sey, dieser Ausdruck aber die Erinnerung auf sich

mentlich für die obige Formel, das g auf eine weit weniger einleuchtende Weise gewinnt, als es nach dem deutschen Vortrage würde ebenfalls erhalten werden; aber dann zugleich unter der sehr deutlichen Bedingung, daß die Function des u der Größe $\frac{g}{4} \frac{D}{\lambda} a$ dimensionen- gleich, also durchaus von zwei lineären Dimensionen sey. Der scharfsinnige, tiefdenkende Verf. dringt mit Recht darauf, daß die Betrachtung der hydraulischen Formeln physico-mathematisch seyn soll. Dazu hilft aber gar sehr, daß man bei der Begründung und bei der Anwendung der dynamischen Gleichungen, Gewicht und Beschleunigung oder Geschwindigkeits-Vermehrung, diese beiden Ausse- rungen der Schwerkraft, auch durch verschiedene Worte unterscheidet, nicht beide durch *force* benennt u. s. w.

B u f f e.

ziehe, daß er *auf Röhrenfahrten von weniger als drei Metern nicht anwendbar sey*, weil schon bei dieser Länge die größten Anomalieen eintreten; und daß dagegen die Formel für den einen mit gebrauchten Versuch einer sehr langen Röhrenfahrt (von 1169,42 Meter) sehr zutreffend sey!

Aber diese Erscheinung wird man daraus zu erklären haben, daß Herr Prony, indem er die ganze mechanisch wirksame Druckhöhe $a = \frac{\lambda}{D} \cdot 4 \cdot \frac{\alpha u + \beta u u}{g}$ ansetzt, seine Zahlen α und β unter der Voraussetzung findet, daß die ganze mechanische Druckhöhe lediglich und allein durch den Widerstand der Friction oder Adhäsion längs der Röhre vermindert werde; da doch in der Wahrheit überhaupt diese Höhe a als $= (0 + f + 1) u$ zu betrachten ist. Denn von dem sämmtlichen a geht ein Theil $= 0u$ bei den örtlichen Geschwindigkeits-Aenderungen in der *Einmündung* der Röhre verloren, *nur ein zweiter Theil* $= fu$ wird auf die Friction längs der Röhre verwandt *), und dann erst bleibt der dritte Theil $= 1.u$ für die Unterhaltung der wirklichen Geschwindigkeit u in der Röhre übrig. Vermittelt dieser deutlichen Unterscheidung der aufgeführten drei Theile in der mechanisch wirksamen Druckhöhe a (nach Prony's Ausdruck $= \zeta + \frac{P - \pi}{g}$)

*) In dem vorhergeh. Auff. ist das mit ϕ bezeichnet, was ich hier (wo ϕ schon eine andere Bedeutung hatte) mit f bezeichne. Auch in den vorh. Auff. vertausche man daher lieber die Zeichen ϕ und f mit einander und setze dort überall $f = \phi \cdot \frac{L}{D}$.

habe ich schon seit vielen Jahren die Bewegung des Wassers in Röhren behandelt, mehrere Jahre eher, als ich mein Werk über die Wasserfäulenmaschine drucken liefs, auf welches ich hier glaubte verweisen zu müssen, weil meines Wissens auch bei andern deutschen Mathematikern jene drei Theile nicht ganz so deutlich und allgemein richtig unterschieden und behandelt werden.

Indem es nun mir ausgemacht genug von vorn her und durch Erfahrung war, dafs man für ϕ eine constante Zahl gebrauchen kann, weil sie hauptsächlich nur von der Gestalt und Lage der Einmündung abhängt, auch bei beträchtlich wachsendem u nur unbeträchtlich sich vermehren würde: so war es ferner von vorn her durch ziemlich zuverlässige Combinationen, wie sie vorzüglich von Eytelwein vorgetragen sind, abzunehmen, dafs mein obiges $f u = \beta \cdot \frac{\lambda}{D} u$, mit einer ziemlich constanten Zahl für jede einzeln in Untersuchung genommene Maschine seyn müsse. Was aber den Gang ihrer Veränderlichkeit betrifft, so glaube ich, dafs dieses β (das f im vorig. Aufl.) mit *wachsender* Geschwindigkeit *abnehmen* müsse, aus einem Grunde einzusehen, den ich im vorigen Aufsatze verständlich aus einander gesetzt habe, und der, so nahe er liegt, dennoch keinem Hydrauliker bisher beige- fallen ist, obgleich sich aus ihm der sächliche Zusammenhang des β sehr viel befriedigender zu erklären scheint, als es selbst nach Girard's Vorstellung geschieht, welche Prony S. 52. mit Recht

als diejenige rühmt, welche mehr, als alle die übrigen dort erwähnten Behandlungen, in die physischen Gründe der Erscheinung einzudringen sucht. Man habe sich nämlich zuvörderst deutlich erklärt, warum ein Schiff, das vom Stapel läuft, einer so auffallend geringen Friction unterworfen ist; und übertrage dann, was man dort mit entschiedener Gewissheit einzieht, mit gehöriger Umsicht auf fließendes Wasser, und die dadurch zu trennende, weit geringere, aber ebenfalls bestimmte, Adhäsion: so sieht man vor Augen, daß β mit wachsendem u geringer werden, und bei grossem u einem sehr bestimmten Werthe nahe kommen muß. Girard scheint dagegen mit zu grossem Vorurtheile für die Form $\alpha u + \beta u u$ seine physikalischen Gründe beurtheilt zu haben. Am besten würden, wie ich oben angegeben habe, *neue Versuche* mit Michelotti's hydraulischem Thurme darüber entscheiden können, ob meine Vermuthung gegründet ist, daß $f u = \beta \cdot \frac{\lambda}{D} u$ zu setzen sey, und darin β von 0,016 bis zu 0,03 hin etwa sich ändere, von dem grössten u an bis zu dem kleinsten hin, welche bei Maschinen vorzukommen pflegen. Unter den 31 Versuchen, welche Prony benutzt hat, und ich kenne keine besseren, sind vermuthlich keine zweckmässig genug angestellt, und genau genug beschrieben, um aus ihnen darüber gewiss zu werden. Bossut hat die Einmündungen noch am genauesten beschrieben, und ich habe in dem vorher gehenden Aufsatze gezeigt, daß für die

von ihm gebrauchte, *zwei Mahl* cylindrische, Einmündung der Kraftverlust in diesen Einmündungen $0u$, ungefähr $= 0,8 \cdot u$ seyn mußte.

Je kürzer nun aber die Röhren sind, um desto merklicher mußten bei Prony, der für den Kraftverlust $0u$ gar nicht unterschied, die Anomalieen ausfallen! Da auch bei den mehresten Maschinen nur kurze Röhren vorkommen, da ferner z. B. bei Bossut's von Prony mit benutzten Versuchen ungefähr $0 = 0,8$ war, bei andern von ihm benutzten Versuchen wenigstens $0 = 0,5$ gewesen seyn wird; und dagegen bei gut eingerichteten Maschinen man 0 auf $= 0$ wenigstens herab bringen, eigentlich sogar ins negative übergehend machen kann und muß: so erhellet schon hieraus, daß es nicht rathsam sey, Prony's Formeln auf das Maschinenwesen anwenden zu wollen; zu geschweigen, daß das einzige Beispiel seiner eigenen Anwendung auf die Pumpe auch in anderer Hinsicht unbefriedigend ist.

Nach seiner schon angeführten Hauptformel soll

$$a = (0,00017 \cdot u + 0,0034 \cdot uu) \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{4}{g}$$

seyn. Suchen wir statt $\frac{4}{g} uu$ lieber die Geschwindigkeits-Höhe $u = \frac{uu}{2g}$ hinein zu bringen, wie es äußerst rathsam ist, so erhalten wir

$$a = \left(\frac{0,00136}{u} + 0,0277 \right) \frac{\lambda}{D} u,$$

worin aber fernerhin nicht nur das eine Glied, in welchem statt der absoluten Zahl 0,00136 eigent-

lich eine *Linie* aufgeführt seyn sollte, vom gebrauchten Metre abhängig ist, sondern auch das übrige, an sich dimensionenrichtige Glied deshalb nicht allgemein richtig seyn kann, weil auch das vorhergehende Glied durchaus als eine Function von $\frac{\lambda}{D} u$ behandelt, und für die Grösse $(0+1) \cdot u$ nicht unterschieden ist! Als eine noch ziemlich richtig *abgekürzte* Formel wird von Prony S. 71. angegeben $u = 26,79 \sqrt{\frac{D a}{\lambda}}$, nach welcher also

$$a = \frac{1}{26,79^2} \cdot \frac{\lambda}{D} u u$$

seyn soll, wieder auf den Metre eingeschränkt! Um bei dieser Formel die ihr so natürliche Dimensionenrichtigkeit herzustellen, haben wir sie als

$$a = \frac{2 \cdot 9,808795}{26,79^2} \cdot \frac{D}{\lambda} \cdot \frac{u u}{4g}$$

zu betrachten, also

$$a = 0,0273 \cdot \frac{\lambda}{D} u.$$

Aus der Tabelle, welche ich in dem vorher gehenden Aufsatze aus Bossut's Versuchen für die dortige Zahl f (hier β) berechnet habe, läßt sich abnehmen, 1) unter welchen Umständen Prony's Formel beträchtlich fehl führen kann; 2) das sich selbst für eine Maschine mit geringen Geschwindigkeiten, indem man diese schon im Voraus ungefähr zu schätzen weiß, eine für die *constante* Zahl β mit hinreichender Genauigkeit wählen läßt; und 3) das für die beträchtlichen Geschwindigkeiten bei der oben erwähnten Wassersäulenmaschine das dort gebrauch-

te $\beta = 0,03$ gewifs nicht zu klein angenommen ist.

Hauptsächlich nur gegen den *einen* Theil der Prony'schen Untersuchungen, welcher die Röhrenfahrten betrifft, habe ich hiermit Bedenklichkeiten aufgestellt, weil doch der Verf. diesen Theil als vorzüglich neu und wichtig für die Maschinenlehre empfiehlt, und die deutschen Maschinisten zu beurtheilen haben, ob sie davon Gebrauch machen wollen. Die *andere* Untersuchung, über den Lauf des Wassers in offenen Bettungen, wird dem Tadel ebenfalls unterworfen seyn, daß die dafür aufgestellten Formeln nicht dimensionenrichtig ausgedruckt sind. Da aber hierbei das unbeachtete zu sehr unbeträchtlich ist: so ist dieser Theil des Buches unserer obigen wichtigsten Einwendung nicht bloß gestellt; und wir sind vielmehr der Meinung, daß hierin durch die äußerst sorgfältigen Abgleichungen des Hrn. Prony etwas sehr Vorzügliches geleistet ist. Ueberhaupt aber kommen auch in der Behandlung des ersten Gegenstandes mehrere sehr beachtungswürdige Betrachtungen vor, und das Werk ist zur eigenen Benutzung denen wenigen Mathematikern in Deutschland gar sehr zu empfehlen, welche dem schwierigen Gegenstande, auf eine so schwierige, aber auch in vieler Hinsicht sehr merkwürdige, Weise behandelt, gewachsen sind.

4. K R I T I K

hydraulischer Versuche, welche die beiden Michelotti zu Turin angestellt haben;

im Auszuge aus der Allg. Lit. Zeit. 1809. Nr. 197. u. 198.

Im Jahre 1765 wurde zu Turin der Bau eines hydraulischen Thurms vollendet, der auf Veranlassung des Professors der Mathematik an der dasigen Universität, Franz Dominicus Michelotti, unternommen worden war. Dieser Thurm konnte eine prismatische Wassersäule von 9 pariser Quadratfuß im Querschnitte, und bis 30 Fuß Höhe, in sich fassen, und durch einen sehr wissenschaftlich angelegten Zuführungskanal von oben her einen so reichlichen Einschlag erhalten, daß er, z. B., für einzöllige Ausmündungen einen beständigen Wasserstand von 300 Zollen zu gewähren vermochte. In seiner einen Seitenwand, welche $2\frac{1}{4}$ Fuß stark war, befanden sich drei *eben so* starke Stücke von hartem Marmor, wasserdicht eingemauert; das eine sehr nahe am Boden des Thurmes, das andere 10, das dritte 15 Fuß höher. Jedes derselben war 9 Zoll breit und 9 Zoll hoch durchlocht; (die unterste Lochung scheint mir, nach einigen Versuchen zu urtheilen, dem Boden zu nahe gewesen zu seyn;) und jede dieser *Marmoröffnungen*, wie wir sie in der Folge nennen wollen, war an ihrer äußern Seite mit einer von Michelotti so genannten *festen* (messingenen) Plat-

te belegt, welche in ihrer Mitte wieder ein quadratisches, 3 Zoll breites und 3 Zoll hohes Loch hatte. Vor dieser Lochung pflegte man durch bewegliche Platten, auch engere, quadratförmige und kreisförmige Mündungen zu 1, 2 und 3 Zoll im Durchmesser vorzurichten; in der Folge hat man sich sogar 6zöllige Ausmündungen verschafft! Unterhalb des Thurmes waren sehr geräumige Wasserbehälter in verschiedenen Tiefen angebracht, auch von dort aus fernerhin mancherlei wissenschaftlich eingerichtete Ableitungskanäle, und über dies noch manche andere schöne Vorrichtungen hinzugefügt, um die Geschwindigkeit des fließenden Wassers unter mancherlei Umständen, desgleichen den Stofs und Druck des Wasserstromes auf mancherlei Weise zu prüfen. Die Angabe der sämtlichen Vorrichtungen, welche zum grössten Theile ungemein zweckmässig und einsichts voll getroffen sind, haben wir dem Professor Franz Dominicus Michelotti, und die Bestreitung der beträchtlichen Kosten dem Könige Karl Immanuel zu verdanken.

Mit diesen wirklich königlichen Zurichtungen sind viele Versuche angestellt worden, zuerst in den Jahren 1765 bis 1769 von dem Urheber des Unternehmens, Michelotti dem Vater, der sie in seinen *Sperimenti idraulici*, Vol. I., 1767., Vol. II., 1771., mit grossem wohl verdienten Beifalle bekannt gemacht hat; und nachher, im Jahre 1783, von seinem würdigen Sohne, Joseph Therese

Michelotti, der seine Abhandlung darüber in die *Mém. de l'acad. roy. des scienc. de Turin*, A. 1786, eingerückt hat. Selbst auch jenes einzelne Buch war in Deutschland kaum zu haben, und kostete über 7 Thaler. Es war daher etwas Dankenswerthes, das Wesentliche aus demselben, und aus der Abhandlung des jüngern Michelotti auf deutschen Boden zu verpflanzen, wie das in folgendem Werke geschehen ist: „*Franciscus Dominicus Michelotti's, Prof. d. Math., Hydraulische Versuche zur Begründung und Beförderung der Theorie und Praktik. Nebst einem Anhang, welcher die neuesten Versuche von Joseph Therese Michelotti enthält. Aus dem Ital. übersetzt von C. G. Zimmermann, Prof. am Friedr. Werd. Gymnasium zu Berlin, mit Anmerk. vom Geh. Ober-Baurath Eytelwein. Berlin 1808. XXIV und 253 S. gr. 4. (3 Rthlr. 8 Gr.)*.” Der Uebersetzer hat die theuern Kupfertafeln unschädlich einzuschränken gewußt, und glaubte viele von den theoretischen Betrachtungen des Verf. gänzlich weglassen zu müssen, weil sie für die jetzige Kenntniß der hydraulischen Theorie in Deutschland keinen Werth zu haben schienen; und so viel aus einigen wirklich mitgetheilten Proben abzunehmen ist, hat der Uebersetzer auch hierin sehr richtig geurtheilt. Das Duodecimalmaß des Verf. ist in der Uebersetzung beibehalten worden *), und wird fürs Flä-

*) Da ich sehr wünsche, daß einige von mir berechnete und unten mitzutheilende Versuche von andern Mathé-

chenmafs, sehr schicklich, durch $q^1, r^1, q^{11}, r^{11}, q^{111}, r^{111}$, als Quadratfuß, Riemenfuß, Quadratzoll, Riemenzoll u. f. w., fürs Körpermafs durch $c^1, s^1, b^1, c^{11}, s^{11}$ u. f. w., als Kubikfuß, Schachtfuß, Baufuß, Kubikzoll, Schachtzoll u. f. w. aufgeführt. Die vielen Zahlen in dem Buche scheinen sehr correct gedruckt zu seyn, auch die Uebersetzung beweiset sich richtig und deutlich; nimmt man noch hinzu, daß die Bemerkungen des Hrn. GR. Eytelwein manche sehr nöthige Winke und Berichtigungen enthalten: so darf man behaupten, daß diese wohlfeile Uebersetzung einen noch höheren Werth als das Original für uns hat.

Aber indem ich dieses Buch als einen Schatz von Versuchen empfehle, die zum Theil weit mehr, als andere ähnliche bisher bekannt gewordene, ins Grofse gehen; und die so einleuchtende Wahrheitsliebe, Sorgfalt und Genauigkeit der Verff. mit

matikern möchten nachgerechnet werden, so setze ich, um ihnen die Mühe der Reduction zu erleichtern, die folgende Tabelle hierher. Es ist $\frac{1}{12} \cdot 1 = 0,0833$ u. f. w. $\frac{1}{12} \cdot 2 = 0,1666$ u. f. w., wie folget:

$\frac{1}{12}$		$\frac{1}{12 \cdot 12}$		$\frac{1}{12 \cdot 12 \cdot 12}$	
1	0,08333	1	0,00694	1	0,00058
2	0,16667	2	0,01389	2	0,00116
3	0,25000	3	0,02083	3	0,00174
4	0,33333	4	0,02778	4	0,00231
5	0,41667	5	0,03472	5	0,00289
6	0,50000	6	0,04167	6	0,00347
7	0,58333	7	0,04861	7	0,00405
8	0,66667	8	0,05555	8	0,00463
9	0,75000	9	0,06250	9	0,00521
10	0,83333	10	0,06944	10	0,00579
11	0,91667	11	0,07638	11	0,00637

E u s s e.

Dank und Hochachtung erkenne: so muß ich übrigen gegen die Resultate, die man aus mehreren dieser Versuche, theils von dem Verf. schon gezogen findet, theils selbst noch ziehen möchte, gar sehr warnen, auf seiner Hut zu seyn, und dieses aus noch mehreren und allgemeineren Gründen, als es Hr. E. schon gethan hat. Gerade diejenigen Versuche, welche, wegen grosser Weite der Mündungen und beträchtlicher Druckhöhe, bisher lediglich in Turin angestellt sind, geben für die Absichten, wofür sie angestellt wurden, solche Resultate, welche mit meiner Theorie (die freilich noch nirgends gedruckt ist) nicht gehörig übereinstimmen. Von der Richtigkeit meiner Theorie bin ich aber auf das entschiedenste überzeugt, und daher auch überzeugt, daß richtig angestellte Versuche dieser Theorie entsprechen müssen. Die Versuche sind, nach meiner Ueberzeugung, mit etwas unzweckmäßigen Vorrichtungen und aus beträchtlich unrichtigen Gesichtspunkten angestellt worden, und dieses hat Einfluß auf den Erfolg gehabt, so daß das Gesuchte eigentlich unentschieden blieb. So kurz ich mich hier in Aufführung einiger Beispiele fassen muß, so werden sie, wie ich glaube, hinreichen, Falls sie in Turin bekannt werden, *neue Versuche* mit dem vortrefflichen hydraulischen Thurme, unter abgeänderten Vorrichtungen, und aus bestimmteren Gesichtspunkten, zu veranlassen. Bloß auf die Thurm-Versuche muß ich für dieses Mahl mich einschränken.

Der würdige Michelotti glaubte, die vortheilhafteste Ausmündungsform müsse cykloidisch gekrümmt seyn. Vollkommen cykloidisch ist sie gewiß nicht. Die wahre Krümmung ist so schwer zu treffen, und übrigens so unbedeutend, daß man, ungefähr wie bei den Sprachröhren, sicherer fährt, schlechthin konische Mündungsformen zu machen. Weil auch diese nicht vollkommen genau zu treffen sind, so ist es rathsam, von der wahrscheinlichsten Form des frei zusammen gezogenen Strahls in denjenigen *etwas* zu *langen* Kegel hin abzuweichen, welchen Hr. Eytelwein (ich bin ungewiß, ob gerade aus diesen Gründen) gebraucht hat. Mit ihnen ist auch Hr. Eytelwein bereits auf einen weit geringeren Geschwindigkeits-Verlust gekommen, als Michelotti mit seinen cykloidisch gekrümmten Aeterkegeln. Der Grund, aus welchem Michelotti den Nutzen dieser seiner Vormündung erklärt, scheint mir hydrostatisch unrichtig; so sehr er ihm einleuchtend schien (§. 91.).

Für ungleich schwieriger hält er es, zu erklären, warum cylindrische oder prismatische Röhren von *gewisser* Länge (sie *müssen* etwa drei Mal so lang als ihr Durchmesser seyn) die Geschwindigkeit des Ausflusses vermehren. Seine sämtliche versuchte Erklärung (§. 92.) ist auch sehr unbefriedigend und undeutlich ausgefallen. Hier hätte doch in einer deutschen Uebersetzung es sollen bemerkt werden, daß die Sache in Deutschland unwidersprechlich erklärt ist. Nachdem Venturi

zur Erklärung mehrerer hydraulischen Erscheinungen, welche nach gehöriger Ueberschauung in dieselbe Kategorie gehören, ein neues Princip von Seitenmittheilung der Bewegung aufgestellt hatte, auch dieses neue Princip in Frankreich mit vielem Beifalle aufgenommen war, und durch Gilbert's *Annal. der Phys.* für Deutschland bekannt gemacht wurde: zeigte ich in meiner Abhandlung, *Entbehrlichkeit des Venturischen Principis* (*Ann. B. IV. und VI.*) sogleich an, daß sich jene Erscheinungen, namentlich auch der vermehrte Ausfluß durch cylindrische (oder, noch besser, konisch divergente) Röhren, aus den allgemeinen dynamischen Gesetzen und dem *Drucke der Luft* erklären läßt. Durch meine Unterscheidung zwischen dem, im Anfange der Röhrenmündung entstehenden, kegelförmigen Strudel, und der dadurch nachher in der Röhre erzeugten *saugenden Kraft*, scheint mir die ganze dahin gehörige Experimentalhydraulik eine deutliche Ansicht zu gewinnen, und es wird dadurch einleuchtend, daß man bei diesen Versuchen *auch den jedesmaligen Barometerstand* anzugeben hat. Die im Durchschnitte genommen sehr richtige Regel, daß in einer Plattenmündung die Geschwindigkeit nur $= 0,62 \sqrt{4ga}$ beinahe ist, (indem a die mittlere Druckhöhe bedeutet,) und dagegen aus einer cylindrischen-Mündungsröhre (von obiger Länge und vom Durchmesser der Plattenmündung, das Wasser mit der Geschwindigkeit $0,81 \cdot \sqrt{4ga}$ ungefähr ausfließt, — diese Regel kann daher nur für den gewöhn-

wöhnlichsten Barometerstand in Paris, Berlin, und wo sonst Versuche für diese Regel concurrirt haben, gelten. Auf hohen Gebirgen würde diese Geschwindigkeit um ein sehr merkliches geringer ausfallen, und im luftleeren Raume würde sie noch etwas geringer, als in der bloßen Plattenmündung sich zeigen. Vermuthlich nur bei einem vorzüglich hohen Barometerstande geschah es, daß Michelotti statt der Zahl 0,81 die größere 0,84 fand.

Bei verlängerter Röhre wird die Geschwindigkeit durch die so genannte *Friction* oder *Adhäsion* vermindert, worüber Michelotti gar keine zweckmäßigen Versuche angestellt hat; worüber aber, da dieses Bewegungshinderniß mit der Geschwindigkeit fast quadratisch wächst, durch die beträchtlichen Druckhöhen des Thurmes sehr entscheidende Versuche angestellt werden konnten, bei welchen ebenfalls der Barometerstand zu beobachten war, für einfach cylindrische oder einfach konische Ausmündungen. Wenn man ihnen die vortheilhafteste konische Vormündung vorsetzte, so würde der Luftdruck freilich einen weit weniger beträchtlichen Einfluß behalten; indessen würde es immer wenig Mühe machen, den Barometerstand anzugeben.

Die allgemein gebräuchliche Contractionszahl der Plattenmündungen, 0,62, war bis zu den Turiner Versuchen hin nur aus Versuchen mit höchstens 3 zölligen Mündungen abgenommen, welche keinen beträchtlichen Druckhöhen unterworfen

waren. Man hat die Frage aufgeworfen, ob jene Zahl *erstens* bei weitem Mündungen, und *zweitens* bei grössern Druckhöhen anders ausfallen möchte? Aus einleuchtenden Gründen *a priori* bin ich überzeugt, dass in *beider* Hinsicht einige Verkleinerung jener Zahl in beiderlei Versuchen sich ergeben muss, die aber in reinen und regelmässigen Versuchen nur sehr unbedeutend ausfallen kann. Einige Turiner Versuche geben, nach meinem Ueberschlage, die Verminderung zu gross an, nach einigen andern fällt sie dagegen zu geringe aus. Es ist der Mühe werth, dieses durch einige Beispiele zu belegen.

Für den zweiten Fall, den der variirten Druckhöhen, finde ich die dafür angestellten Versuche des *jüngern* Michelotti von ihm selbst schon gehörig berechnet. Für den ersten Fall aber, den der variirten Mündungen, muss ich einige Versuche des *ältern* Michelotti mit *ebenfalls* kreisförmigen Mündungen etwas anders berechnen, als es von ihm selbst geschehen ist, da er den Parameter der Parabel, als Geschwindigkeitscala betrachtet, etwas zu klein angenommen hat.

Im 118. Versuch war die kreisförmige Oeffnung von einzölligem Durchmesser um ein wenig

9^{rII}	$= 0,11''7500$
$+ 5^{rIII}$	$= 0,0347$
$+ 2^{rIII}$	$= 0,0011$
	$= 0,7857$

zu gross gerathen, so dass ihre Fläche die neben stehende Menge von Quadratzollen hielt.

Die beständig gewordene (mittlere) *Druckhöhe* (bis zum Mittelpunkte der Mündung) war

$a = 11^I$	$= 11$ Fufs.
$+ 8^{II}$	$= 0,6666$
$+ 10^{III}$	$= 0,0694$
$+ 10^{IV}$	$= 0,0064$
	$= 11,7424$

Dieser Höhe a , als freier Fallhöhe betrachtet, ist nach Prony's Tafel II. (*Neue Architectura Hydraulica* B. 2.) zugehörig die Geschwindigkeit $= 26,627$ Par. Fufs.

Der wirkliche *Ausflufs* war in der Minute

$5^{cI} = 5^{cI}$	
$+ 4^{sI} = 0,33333$	
$+ 9^{bI} = 0,06250$	
$+ 11^{cII} = 0,05537$	
Kub. Fufs 5,40220	

also $= 0,09033$ Kubik-Fufs in der Sekunde.

Hieraus finde ich durch logarithmische Rechnung die mittlere Geschwindigkeit in der Ausmündung $= 0,6197 \cdot \sqrt{4ga}$. Nach des Verf. Berechnung würde sich die Geschwindigkeit $= 0,6208 \cdot \sqrt{4ga}$ ergeben. Was ich gefunden habe, ist sehr übereinstimmend mit Bossut's und anderer Versuchen. Nämlich für die Versuche mit einzölligen Ausmündungen, blieb auch die Turiner Vorrichtung so gut als völlig regelmäfsig. Aber für Versuch 87, wo die kreisförmige Oeffnung zweizöllig, und um $\frac{1}{144}$ der Fläche ins zu Grofse correctibel war, übrigens die Druckhöhe $a = 11,724$ Fufs, fast wie vorhin; da finden wir, durch ähnliche Berechnung, die Geschwindigkeit *nur* $= 0,60204 \cdot \sqrt{4ga}$!

In *Versuch 4.* mit 6 zölliger Kreismündung unter der Druckhöhe $a = 6,6736$ Fufs, finde ich *da-*
gegen die Geschwindigkeit wieder $= 0,6135 \cdot \sqrt{4ga}$.
 Ja! *Michelotti der Sohn* hat sie unter der grö-
 fseren Druckhöhe $a = 135$ Zoll $= 11,22$ Fufs, wel-
 che derjenigen in *Versuch 87* und *118* nahe kommt,
sogar $= 0,618 \cdot \sqrt{4ga}$ gefunden; obgleich er den
 Parameter in der bei den französischen Mathemati-
 kern üblichen Gröfse angenommen hat.

Hiermit ist nun also auch durch den Erfolg
 die Unregelmäßigkeit jener Versuche erwiesen.
Regelmäßig sind die Versuche, wenn das Wasser
 im Gefäße durchaus so frei und geräumig bis zur
isolirten, auch von dem *Boden* des Gefäßes *weit*
genug entfernt, Ausmündung hin sich senken
 kann, daß die Natur völlige Freiheit behält, den
 vortheilhaftesten Strudel zu bilden: denn es ist of-
 fenbar, daß man nur durch solche Vorrichtung
 den geringsten Kraftverlust, welcher bei dem vor-
 theilhaftesten Strudel Statt findet, der Natur ab-
 lernen kann. Der *einzige* Grund, weshalb bei
 einer solchen zweckmäßigen Vorrichtung dennoch
 bei weitem Ausmündungen, *desgleichen* bei hö-
 herem Wasserstande, die Geschwindigkeit sich ver-
 mindert, ist nach meiner festen Ueberzeugung le-
 diglich in derjenigen *Friction* zu suchen, welche
 die Bewegung des Wassers im Gefäße selbst, ober-
 halb an den Wänden des Gefäßes, unterhalb im
 innern Strudel leidet. Dieser wahre Grund der
 Sache mußte unregelmäßig stark wirken bei der

2 zölligen Mündung, da bei ihr schon eine beträchtliche Geschwindigkeit entstand, welche in der nur 81 Quadratzoll weiten Marmoröffnung eine ziemliche Friction verursachte. Ueber dieß aber dürfte für die 2 zöllige Mündung, durch jene $2\frac{1}{4}$ Fuß lange Marmoröffnung auch schon die freie Bildung des Strudels in etwas gehindert, also auch dadurch die Geschwindigkeit unregelmäßig vermindert werden.

Woher nun aber die entgegen gesetzte Wirkung bei der 6 zölligen Mündung? Antwort: Man denke sich die ganze Marmoröffnung, welche 27 Zoll lang, 9 Zoll breit, und 9 Zoll hoch war, und in ihrem äußersten Durchschnitte nur bis auf jene kreisförmige 6 zöllige Oeffnung verschlossen wurde: so wird man gern zugestehen, daß diese Mündung nicht mehr für eine kreisförmige *isolirte Plattenmündung* von 6 Zollen gelten kann; sondern schon eine parallelepipedalische Ausmündung, 81 Quadratzoll weit, ausmacht, die aber durch die kreisförmige äußere Oeffnung sehr *unregelmäßig verjüngt* wurde, und deshalb für ihre Weite von 81 Quadratzollen einen *sehr geringen*, für ihre 6 zöllige Weite aber einen etwas zu *großen* Ausfluß gab! Wäre die Unregelmäßigkeit noch etwas größer gewesen, so würde man sich vermuthlich gehütet haben, den Erfolg dieser Ausmündung noch als einen Erfolg einer bloßen Plattenmündung mit aufreihen zu wollen!

Diese Unregelmäßigkeit der Ausmündung mußte freilich weniger merklich werden, wenn man, wie Michelotti, *der Sohn*, mit *einerlei Ausmündung* unter *verschiedenen Druckhöhen* Versuche anstellte: daher er durch seine dahin gehörenden Versuche den wahren Satz bestätigt fand, daß mit größerer Druckhöhe die Zahl K in dem Geschwindigkeits-Ausdrucke $K\sqrt{4ga}$, sich vermindert. Aber, da auch hier in der Marmoröffnung eine unzuweckmäßige Geschwindigkeit schon vor der Ausmündung erzwungen wurde: so mußte auch hier die Verminderung größer ausfallen, als sie bei regelmäßig isolirten Plattenmündungen sich ergeben wird. Die Ursache dieser Verminderung glaubt er darin zu finden, daß bei größerer Druckhöhe die convergirenden Strahlen des Strudels (um uns kurz auszudrücken) stärker gegen einander gedrückt werden. Aber, auch diejenigen Drückungen, welchen gemäß am Ende die Richtung der mittlern Geschwindigkeit wirklich resultirt, sind ja *ebenfalls* der *Druckhöhe proportional* zunehmend! Daher hieraus vielmehr erhellet, daß, in bloßer Hinsicht der Druckhöhen, für die größeren sich der Strudel eben so wie für die kleinern bilden mußte. Nein, der einzige Grund der verminderten Geschwindigkeit, sowohl bei weiterer Ausmündung als bei größerer Druckhöhe, ist gewiss nur darin zu suchen, daß durch beides die Geschwindigkeit der Wasserbewegung im Gefäße und im Strudel, also auch die dabei vorfallende

Friction vermehrt wird. Man habe diesen Grund gefaßt, und habe auch das Unregelmäßige der gebrauchten Mündungen vor Augen: so wird man einsehen, daß *beide* Michelotti die beobachteten Erscheinungen in mehrfacher Hinsicht unrichtig beurtheilen. Gleichwohl kommt bei der schlüpfrigen Experimentalhydraulik so gar viel darauf an, daß die Natur aus richtigen Gesichtspunkten befragt werde.

Kehren wir nun noch ein Mahl zu den cykloidisch gekrümmten Vormündungen zurück, und denken uns diese *innerhalb jener Marmoröffnung* eingelegt: so ist es sehr einleuchtend, daß mit diesen *weitem* Vorsätzen die Marmorwände in eine noch nähere Verbindung gerathen, als mit den bloßen Plattenmündungen; daher man hier sogar schon bei den einzölligen Ausmündungen etwas ungewiß wird, was die cykloidischen Vorsätze eigentlich geleistet haben.

Nunmehr erst werde ich das Urtheil äußern dürfen, daß durch alle die vielen, mit so redlicher Sorgfalt angestellten, aufgezeichneten und berechneten *Thurmversuche*, für die hydraulische Theorie und Praktik kaum eine weitere Ausbeute gewonnen wird, als diese: daß eine einzöllige Mündung, auch wenn von ihrem Mittelpunkte einige Wände des Gefäßes nicht über $4\frac{1}{2}$ Zoll abstehen, dennoch für eine *isolierte* Mündung gelten kann, das heißt, für eine solche, vor welcher auf die Bildung des innern Strudels die Wände des Gefäßes keinen

merklichen Einfluß haben. Diese Folgerung wage ich deshalb zu ziehen, weil die Turiner Versuche durch *einzöllige* Mündungen mit den schon bekannten Versuchen von Bossut und andern für diese Folgerung hinreichend übereinstimmen.

Keinesweges dürfen wir aber uns entschließen, die aus Bossut's kleineren Versuchen bisher gefolgerten Contractionszahlen deshalb vermindern zu wollen, weil aus den größern Turiner Versuchen sie sich geringer ergeben! Das dürfen wir nicht, weil ja für die größern Versuche die prismatisch eingehende Marmoröffnung eine zweifache Alteration verursachte! Da man gleichwohl die allgemeinen Durchschnitsregeln der Hydraulik weit lieber aus den größern als den kleinern Versuchen abstrahiren möchte: so würde die Turiner Behörde ein ruhmwürdiges Verdienst um die Hydraulik sich zueignen, wenn sie mit ihren weiten Mündungen und großen Druckhöhen *neue Versuche* anstellen wollte, nachdem die Marmoröffnung bis zur Unschädlichkeit erweitert wäre. Dafs besonders für den Ausfluß durch *Röhrenmündungen* neue Versuche zu wünschen sind, erhellt zum so mehr, da nach nunmehr bekannter, oben angeführter, Erklärung der Sache, auch die bisherigen Normalversuche von du Buat nicht genügen; sondern auf den Barometerstand zu achten ist. Michelotti *der jüngere* äufsert, dafs der Ausfluß durch Röhren eine bloße Neugierde sey. Aber die Röhrenmündungen sind ja für die Praxis un-

gleich wichtiger, als die bloßen Plattenmündungen. Am wichtigsten für die Praxis sind die cylindrischen Ausmündungen mit vorgesetzter vortheilhaftesten konischen Mündung. Bei ihnen dürfte, nach meinem vorläufigen Ueberschlage, die mittlere Geschwindigkeit des Ausflusses bis auf $= 1,06. \sqrt{4gh}$ allenfalls hinan kommen können, wobei der Theil $0,08. \sqrt{4gh}$ durch den Druck der Luft geleistet würde; indem die konische Mündung allein schwerlich über $0,98. \sqrt{4gh}$ jemahls leisten wird. Es kann nämlich in *diese* cylindrische Röhre nicht viel saugende Kraft entstehen.

Bei den neu anzustellenden Versuchen wäre sehr zu wünschen, daß die Turiner Mathematiker nicht bloß die französischen, sondern auch die deutschen Hydrauliker, einen Eytelwein, Langsdorf, Woltmann u. s. w. benutzen möchten; wobei ich aber im Voraus eingestehen will, daß bei den meisten deutschen, vielleicht hauptsächlich nur Eytelwein ausgenommen, noch mehrere Uebereilungen, als bei den französischen Hydraulikern vorkommen; denn die deutschen Gelehrten sind meistens mit übermäßigen täglichen Amtsarbeiten beladen, und sind nur selten in dem Falle, unter günstigen Umständen schriftstellerisch arbeiten zu können!

Ogleich ich dieses Mahl nur von den Thurmversuchen handeln wollte: so muß ich doch unsere Praktiker gegen einen anderweitigen Versuch am Ende der letzten Abhandlung warnen. Ihr Verf.,

Michelotti der jüngere, hat auch Versuche über den *Wasserstofs* angestellt, und versichert, die Theorie des Hrn. Lagrange völlig bestätigt gefunden zu haben; so dafs man *bei allen durch Wasser in Umtrieb gesetzten Maschinen, für die bewegende Kraft, das doppelte Gewicht der Wassersäule, welche die getroffene Oberfläche des Körpers zur Grundfläche hat, mit aller Gewifsheit annehmen kann.* Schon Euler hatte, wie Lagrange, die *doppelte* Geschwindigkeits-Höhe als den einen Factor durch seine Theorie unter der Voraussetzung gefunden, dafs die sämtlichen stossenden Wasserstrahlen auf der gestossenen Ebene sich dergestalt verbreiten können, dafs sie ihre sämtliche Geschwindigkeit gegen die gestossene Ebene verirken. Durch Langsdorf's hierher gehörige Versuche wissen wir, dafs dazu die Ebene fast vier Mahl gröfser, als der Durchschnitt des Stromes seyn mufs. Ist sie nur eben so groß, wie bei vielen Maschinen, so kommt man gewöhnlich auf die einfache Geschwindigkeits-Höhe herab.

Ich habe mich hier allenthalben kurz ausdrücken müssen, sonst würde ich, meiner lebhaften Hochachtung für die beiden Michelotti gemäß, meinen Tadel durch mehrere Umständlichkeit gefälliger eingeleitet haben.

Busse.

IV.

BESCHREIBUNG

eines Instruments zum Messen einer sehr kleinen Menge von Elektricität ;

von dem

Doctor KLEEFELD zu Danzig.

Die folgende Vorrichtung hat mir schon oft Nutzen gewährt, und ist vielleicht auch für Andere von Werth, sollte auch der geübte Physiker und Experimentator ihrer nicht bedürfen. Sie räumen ihr daher wohl einen Platz in Ihren schätzbaren *Annalen* ein.

Die grofse Schwierigkeit, kleine Elektricitätsquanta, von deren Daseyn man sich oft erst durch den Condensator überzeugen mufs, ihrer *Art* nach, ob sie nämlich $+$ oder $-E$ sind, zu unterscheiden, hatte in mir oft den Wunsch nach einer Vorrichtung erregt, welche mir dieses mit Gewifsheit andeutete. Die gewöhnliche Prüfung mit einer oder zwei Korkkugeln, deren E bekannt ist, ist zu unzuverlässig; kleine Elektricitätsquanta wirken oft gar nicht auf eine solche Kugel, und ein unverhältnismäfsig gröfserer Grad zieht einen geringern der gleichen E oft eben so gut an, als die entgegengesetzte E , und so auch umgekehrt. Ich fann also auf eine Vorrichtung, wodurch ich das zu untersuchende Elektricitätsquantum zwischen *gleich gro-*

ſſe Quanta von + und — *E* bringen konnte, die beide jenem in gleicher Zeit durch gleiche Räume genähert würden, damit der Erfolg des Anziehens und Abstoßens um ſo viel größer, und auch um ſo viel unzweideutiger wäre. Mir ſcheint es, als habe ich dieſe Aufgabe durch folgendes Instrument vollkommen aufgelöſet.

Der Grundriß (Fig. 1. Taf. III.) zeigt das Instrument offen, ehe man die Unterſuchung damit anſtellt. Das viereckige, $\frac{1}{2}$ par. Zoll dicke Brett *AA* hat 8 Zoll Seite, und iſt, damit es ſich nicht werfen kann, aus 2 Mahagonybrettchen kreuzweiſe zuſammen geleimt. In der Rinne *ec* läuft der Schieber *a*, der $2\frac{1}{4}$ Zoll lang und $\frac{2}{3}$ Zoll breit iſt. Hier iſt er nach dem Punkte *Z* geſchoben und der Raum *d* alſo leer. Dieſen Raum nimmt der Schieber beim Gebrauche ein (vergl. Fig. 2.), wenn man ihn mittelſt des Knopfes *b* bis an das Leiſtchen *e* zieht, das darum vorgeleimt iſt, damit der Schieber nicht zu weit heraus gezogen und die meſſingenen Eicheln (in Fig. 2.) nicht zu nahe an einander gebracht werden können. Am Ende des Schiebers (das in Fig. 1. punktirt angedeutet iſt, weil es wegen der beiden gabelförmigen Schenkel, die darüber laufen, nicht zu ſehen iſt) iſt ein Meſſingſtift, *c*, eingechoben, von 1 Zoll Länge, auf welchen die Gabeln *f*, *f* aufgeſteckt werden. Ueber beide ſchraubt man die Schraubenmutter *t* (Fig. 2.) ſo loſe auf, daſs die Bewegung nicht ſchwer wird. Der Winkel an der — *E*-Seite liegt

platt auf dem Brette auf, der andere von der $+E$ -Seite liegt auf jenem und hat bei f ein Klötzchen von $\frac{1}{3}$ Z. unter sich, um über den andern, der auch so dick ist, fortgehen zu können. In f, f , den Scheitelpunkten der Winkel, sind beide durchbohrt und auf 1 Z. lange Thermometerröhrchen, die ins Brett geleimt sind, gesteckt, um auf dieser glatten Oberfläche eine recht leichte Bewegung zu gestatten. In g, g stecken 5 Zoll lange Thermometerröhren, mit ihren messingenen Eicheln p (Fig. 2.). Jede Eichel ist $1\frac{1}{2}$ Z. lang und $\frac{1}{2}$ Z. dick. In beiden sind die Röhren $\frac{1}{2}$ Z. tief eingekittet. Auf der $+E$ -Seite geht die Röhre so viel durchs Holz durch, als das Klötzchen bei f hoch ist; auf der $-$ Seite ragt sie höchstens $\frac{1}{4}$ Linie hervor, um die Friction so viel möglich zu vermindern; zu welchem Ende auch beide zugeschmolzen sind. Endlich ist h das Schraubenloch für den Träger hn (Fig. 4.) des Volta'schen Elektrometers, r , und Condensators, ss ; und i (Fig. 2.) das Loch für die gebogene Glasstange mit dem Knopfe, ikl . Ueber dem Punkte Z hängt der Strohalm m , dem sich beide Eicheln p beim Gebrauche nähern.

Der Aufriß (Fig. 2.) stellt das Instrument von der Seite und geschlossen vor. Hat man nämlich die zu untersuchende E der Kugel l , und also auch dem Strohhalme m , mitgetheilt, (ist das Quantum zu klein, so bedient man sich dabei des Condensators), so faßt man den Knopf b des offenen Instruments (nachdem die Eicheln p geladen sind, wovon nach-

her) und zieht ihn bis an das Leiftchen *e*. Der Schieber *a* (Fig. 1.) nimmt dann also den Raum *d* ein, und indem der Stift *c* beide Gabeln nach den Knöpfe *b* bewegt, nähern sich beide Eicheln *p* (Fig. 2.) dem Strohhalm *m*, und kommen über dem Punkte *Z* sehr nahe zusammen. Während dieser Bewegung geht der gabelförmige Schenkel von der $+E$ -Seite über den von der $-E$ -Seite weg, ohne daß sie sich hindern.

Ist das zu untersuchende Elektrizitätsquantum hinlänglich, um der Kugel *l* merklich genug mitgetheilt werden zu können, so bedient man sich der Glasröhre *ikl*. Sie ist 3 Linien dick, hat unten eine hölzerne Schraube *i*, auf deren Zapfen sie geleimt ist, und durch welche sie in das Loch *i* des Brettes eingeschoben wird. Ihre ganze Höhe beträgt 8 Zoll. Bei *k* ist sie in einen rechten Winkel gebogen und in ihre vordere Oeffnung ist die Kugel *l* mit einem Zapfen eingelackt. Diese Kugel hat $\frac{1}{4}$ Z. im Durchmesser, und es hängt an ihr, wie in einem Volta'schen Strohhalm-Elektrometer, ein Strohhalm, *m*, an einem sehr feinem Silberdrahte in einem Häkchen.

Muß man die zu prüfende Elektrizität zuvor condensiren, und fürchtet einen Verlust, indem man die *E* vom Condensator zur Kugel überträgt, so schraube man die Glasröhre *il* heraus, und schraube dafür bei *h* den hölzernen Stock *hn* ein. Dieser trägt ein viereckiges Messingblech *qq* mit aufgebogenen Rändern, und unten eine Tille *n*,

in welche der Stock fest geleimt ist. In die Platte setzt man das Volta'sche Strohhalmelektrometer r mit der Condensatorplatte ss . An der untern Platte hängt ebenfalls ein Strohhalmelektrometer n , wie an der Kugel l . Hat man auf die gewöhnliche Art die unmerkliche E condensirt, und zeigt das Elektrometer ihren Grad an, so nähert man, um ihre Art zu untersuchen, beide Eicheln durch Anziehen des Knopfes b .

Diesen beiden Eicheln p, p muß man vorher suchen eine gleich große Menge, der einen von $+E$, der andern von $-E$ zu geben, und das glaube ich auf folgende Art am besten zu bewerkstelligen. Man nimmt eine kleine Flasche, wenn auch nur von 12 □ Zollen Beleg, die einen isolirenden Griff von Glas am äußern Belege hat, und ladet sie inwendig mit $+E$. Nun faßt man sie bei diesem Griffe an, und bringt sie an die beiden Eicheln pp des offenen Instruments (wie es in dem Grundrisse Fig. 1. gezeichnet ist), so daß der innere Knopf die Eichel rechter Hand, und das äußere Beleg die Eichel zur linken Hand berührt, und beide Funken erhalten. Beiden Eicheln werden auf diese Art *gleich starke Grade* von E , nur der einen $+$ der andern $-E$, mitgetheilt.

Da nun *beide* durch den Mechanismus des Instruments in *gleicher Zeit* durch *gleiche Räume* dem Strohhalme genähert werden, so muß schon in einiger Entfernung die eine Eichel, zum Beispiele, die mit $+E$ geladen ist, den Strohhalme,

wenn die zu untersuchende E auch $+E$ wäre, eben so stark abstoßen, als die andere — E -Eichel ihn anzieht. Die Bewegung des Strohhalmes wird also eigentlich doppelt so groß, aber auch um so viel auffallender, und der Erfolg um so viel zuverlässiger.

Es scheint mir, als leiste dieses Instrument alles, was man fordern kann, und zwar mit einer Sicherheit, die nichts zu wünschen übrig läßt. Das meinige entspricht ganz meinem Bedürfnisse. Die hier angegebenen Maße sind von dem meinigen abgenommen; die Größe des Volta'schen Strohalm-Elektrometers, dessen man sich hierbei bedienen will, kann einige kleine Unterschiede geben. Die Hauptsache ist die, daß der Strohalm über dem Punkte Z hänge.

Sollte das Instrument in den Gebrauch kommen, so würde ich den Namen *Elektricitäts-Prüfer*, oder, da doch alles recht gelehrt klingen muß, *Elektrognomon* vorschlagen.

V.

**Zusammenhalt (Tenacität) der dehnba-
ren Metalle,**

aufs neue bestimmt.

von

GUYTON MORVEAU;

und über die Veränderung der Dichtigkeit des Bleies
beim Hämmern, und die Einwirkung des Wassers auf
dieses Metall.

Ausgezogen aus einer Vorlesung in der physikal. mathemat.
Klasse des Instituts, und frei übersetzt von Gilbert.

Der Verfasser dieser Abhandlung findet in einigen
neuen vorzüglich geschätzten Werken Angaben
über die Tenacität einiger Metalle, die sehr von
denen abweichen, welche er aus seinen Versuchen
(die in den *Ann. de Chim.* t. 25. abgedruckt sind)
abgeleitet hatte. Die Wichtigkeit des Gegenstandes
bestimmte ihn zu einer neuen Prüfung, deren Re-
sultate er dem Institute in gegenwärtiger Abhand-
lung mittheilt, zugleich mit einigen Bemerkungen,
welche dazu dienen, die synoptische Tafel der cha-
rakteristischen Eigenschaften der Metalle, welche
er für seine Vorlesungen in der kaiserl. polytech-
nischen Schule entworfen hatte, zu vervollständigen.
Er weiß zwar wohl, daß Künstler, die von den
Metallen Gebrauch machen wollen, sich bei ihren
Ueberschlägen nicht an das *Maximum* der Kraft
der Cohäsion derselben halten dürfen, da die Me-

Annal. d. Physik. B. 34. St. 2. J. 1810. St. 2.

O

telle, wegen nicht zu vermeidender zufälligen Unvollkommenheiten, immer weit eher reißen oder brechen, als sie es nach diesen Bestimmungen sollten, daher man sie immer stärker machen muß, wohl aber bestimmt das Verhältniß des Zusammenhalts, worin sie gegen einander stehen, die Wahl des Künstlers im Allgemeinen, und giebt ein schätzbares Mittel ab, den Grad ihrer Reinheit, und die Eigenschaften, welche sie durch die Bearbeitung erhalten haben, zu beurtheilen.

Herr Thomson giebt in seinem *Système der Chimie* (franzöf. Uebers. Th. 1. S. 151. und 262.) das Verhältniß der Cohäsion für Kupfer, Platin, Silber und Gold eben so an, als es Herr Guyton Morveau gethan hat. Im Artikel Eisen steht auch für dieses Metall die Guyton'sche Bestimmung; da aber, wo von den Eigenschaften der Metalle gesprochen wird, setzt er für das Eisen eine Zahl an, welche fast um $\frac{2}{3}$ zu klein ist, und der zu Folge die Kraft der Cohäsion des Eisens kleiner als die des Kupfers seyn würde.

Was die andern Metalle betrifft, so giebt das erwähnte Werk für ihre Cohäsion Verhältnisse, welche Hr. Guyton Morveau nicht anerkennt. Er zeigt, daß die Angabe für das Zinn viel zu hoch ist; sie ist wahrscheinlich von Musschenbroek entlehnt, ohne daß ein Grund angegeben wird, warum der Verfasser gerade diese Zahl unter mehreren sehr verschiedenen auswählte. Selbst für das

zu Draht gezogene Zinn muß sie um $\frac{1}{3}$ vermindert werden.

Nach Hrn. Thomson soll *Bleidraht* von 2 Millimeter Durchmesser ein Gewicht von 8,810 Kilogrammes tragen. Hr. Guyton Morveau bemerkt, daß dieses zu viel oder zu wenig ist, je nach dem jene Dicke die anfängliche des Drahtes, oder die im Augenblicke des Zerreißens ist. Diese Eigenthümlichkeit des Bleies, welche darauf beruht, daß das Blei weich ist, und sich leicht in die Länge zieht, erklärt sich sehr gut aus dem von Coulomb aufgestellten Grundsätze *); daß die Kraft der Cohäsion nicht merklich vermindert wird, wenn die Dehnbarkeit eines Metalls den Theilchen desselben erlaubt, über einander hinzugleiten, ohne daß sie sich abtrennen. Dieser Grundsatz macht, daß das Wunderbare davon verschwindet, daß der Zusammenhalt bei Verminderung der Dichtigkeit scheinbar zunimmt, und weist auf das Verhältniß der Dimensionen, so wie sie im Augenblicke des Zerreißens sind, wenn das Gewicht den Draht verlängert hat, als auf das wahre Maas der Kraft der Cohäsion hin.

Die Tenacität des *Zinks* genau zu bestimmen, war gerade jetzt von besonderem Interesse, da man darauf auszugehen scheint, ihn zur Bedeckung von Dächern an die Stelle des Bleies zu setzen.

*) In seinen theoretischen und experimentalen Untersuchungen über die Kraft der Windung der Metalldrähte u. s. w. *Mém. de Paris, A. 1784.*

Guyt.

Auch hielt ihn Smeaton für das schicklichste Metall zur Compensation der Ausdehnung durch die Wärme, wegen seiner grossen Ausdehnbarkeit durch Erhöhung der Temperatur. Schon Markgraf hatte in den Schriften der Berliner Akademie auf das Jahr 1746 das Verfahren gelehrt, ihn rein und dehnbar darzustellen *). Bis jetzt war indess die Tenacität desselben in diesem Zustande noch nicht untersucht worden, und man kannte auch nicht einmahl entfernt die Cohäsion seiner Theilchen. Musschenbroek hatte sich zu seinen Cohäsionsversuchen bloß Goslarschen Zinkes bedient; aus ihnen berechnet Hr. Thomson die Tenacität eines dünnern Zinkstabes, setzt sie aber um $\frac{1}{6}$ höher an, als es nach dem Verhältnisse des Quadrats der Dicke hätte geschehen müssen; und doch bleibt diese Angabe noch tief unter der Wahrheit, für reinen Zink, er sey gewalzt, zu Draht gezogen, oder bloß gehämmert. Hr. Guyton Morveau hat ihn in diesen drei Zuständen untersucht. Zu seinen Versuchen diente ihm zuerst ein geschmiedeter Stab aus Zink, welchen Herr Vauquelin gereinigt hatte; dann limburgscher Zink in Platten, welchen er durch Hrn. Decostils erhielt; endlich gewalzter und zu Draht gezogener Zink aus der Drahtzieherei der HH. Praire und Tournu. Das Mittel aus

*) Im Grossen in den Gang gebracht haben dasselbe erst die HH. Hobson und Sylvester zu Sheffield seit 1805 (s. Ann. J. 1809. St. 3. S. 330.); auch in Frankreich verfertigt man jetzt schöne polirte Zinkfolie.

Gilbert.

acht Versuchen giebt für den reinen dehnbaren Zink eine Cohäsion, die der des Goldes zunächst steht, wie man aus der folgenden Tafel ersieht. Sie ist das Resultat aller Thatfachen, durch welche die Reihe der Cohäsion der dehnbaren Metalle bestimmt, und das Mafß ihrer Tenacität gegeben wird.

Ein cylindrischer Draht von 2 Millimeter (0,887 par. Linien)		trug, bis er rifs, ein
Durchmesser aus		Gewicht von
	Kilogramm.	par. Pf. *)
Eisen	249,659	(510,2)
Kupfer	137,399	(280,7)
Platin	124,690	(254,7)
Silber	85,062	(173,8)
Gold	68,216	(139,3)
Zink	49,790	(101,7)
Zinn	15,740	(32,1)
Blei	nach der Bruchfläche	12,555
	nach der anfänglichen Dicke zu rechnen	5,623
		(11,5)

Hr. Guyton Morveau wünschte ebenfalls den *Nickel* in diese Tafel aufzunehmen; denn auch dieses Metall gehört jetzt zu den dehnbaren, und muß der Schätzung des Hrn. Richter zu Folge eine sehr beträchtliche Tenacität haben. Er fand indess bei seinen Versuchen den Zusammenhalt eines 2 Millim. dicken Nickeldrahtes nur 47,67 Kilogrammes (97,38 par. Pf.). Doch hatte das Stückchen Nickel, welches ihm von Vauquelin zugestellt

*) Die alten Mafße und Gewichte habe ich hier zur Bequemlichkeit der deutschen Leser beigelegt. *Gilbert.*

worden war, und das er als völlig rein ansah, beim Walzen nicht ganz die Dehnbarkeit gezeigt, die Hr. Richter dem Nickel zuschreibt. Er glaubte also entscheidendere Versuche abwarten zu müssen, bevor er dem Nickel seine Stelle in dieser Reihe anweist.

Zwei Bemerkungen über das Blei.

Zwei Gegenstände, auf welche der Verfasser geleitet wurde, als er sich mit dieser Arbeit beschäftigte, haben ihm Veranlassung zu Untersuchungen gegeben, welche wichtige Abschnitte seiner Abhandlung ausmachen.

Die erste betrifft die *Verminderung des specifischen Gewichtes*, welche das Blei erleidet, wenn es gehämmert wird. Musschenbroek hat sie durch viele Versuche erwiesen, und Hr. Thomson bekennet, daß die Ursache dieser Verminderung noch unbekannt sey. Für Hrn. Guyton Morveau hatte es ein besonderes Interesse, diese Anomalie aufzulösen, da eine Thatfache, welche er in einer Abhandlung anführt, die in den Schriften des Instituts, zweites Semester 1806, abgedruckt ist, damit in Widerspruch zu stehen schien: nämlich eine Kugel, welche mit einem Ringe von Blei versehen war (*portant bague de plomb*), hatte der vereinten Kraft von vier Männern widerstanden, welche sich umsonst bemüheten, sie auf den Boden des Laufes herab zu bringen.

Er überzeugte sich zuerst von der Wirklichkeit dieser Verminderung der Dichtigkeit des

Bleies, und bestimmte genau die Umstände, von welchen sie begleitet wird, wenn man das Blei unter dem Hammer treibt, durch ein Streckwerk gehen läßt, durch einen Drahtzug zieht, oder unter einem Balancier preßt. Er nahm hierbei wahr, daß diese Wirkung nur aus dem Grunde erfolgt, weil das Blei so leicht weich wird, und dadurch dem Drucke selbst dann entweicht, wenn man es in einem Ringe (*virole*) legt und preßt, wie sich deutlich aus der Menge der Masse ergab, die bei jedem Pressen in die Höhe stieg. Um noch einen directen Beweis für diese Erklärung zu erhalten, liefs er runde Bleischeiben in einem sehr starken Ringe pressen (*frapper des flans de plomb dans une très forte virole*), worin sie zwischen zwei eisernen Scheiben genau eingeschlossen waren. Nunmehr nahm bei dem Pressen die Dichtigkeit des Bleies allmählich zu, von 11,358 bis 11,388.

Man ersieht hieraus, daß, wenn das Blei in einem Raume erhalten wird, aus dem es nicht nach Art, als wäre es flüssig geworden, entweichen kann, es gleich den andern dehnbaren Metallen einen Grad von Druck zu erhalten vermag, durch den die Theilchen einander näher gebracht werden, und das specifische Gewicht desselben vergrößert wird.

Die schnelle Einwirkung, welche das Wasser auf das Blei äußert, ist der zweite Gegenstand, der die Aufmerksamkeit des Hrn. Guyton Morveau auf sich gezogen hat. Wenn er Blei an der hydro-

statischen Wage in destillirtem Wasser hängen hatte, nahm dieses in kurzer Zeit ein schwach-milchiges Ansehen an, und mit der Zeit schlugen sich daraus weisse Flocken nieder.

Schon mehrere hatten bemerkt, daß Blei im Wasser eine Veränderung erleidet. Beaumé hat das Produkt dieser Veränderung, das sich in bleiernen Fontainen absetzt, zwar für Selenit gehalten, aber Cadet erklärte es für ein Bleisalz; Milly fand es hauptsächlich an der Oberfläche der Deckel dieser Fontainen; und Luzuriaga und Delaville haben Bleioxyd erhalten, als sie gekörntes Blei mit ein wenig Wasser in einem Gefäße schüttelten, in das sie Luft hinein ließen. Keiner dieser Chemiker hatte indess noch die Einwirkung reinen Wassers auf das Blei untersucht, und keiner von ihnen geahndet, daß das Phänomen an diese Bedingung gebunden ist.

Der Verfasser hat sich durch eine Reihe von Versuchen, von denen er das Verfahren und die Resultate angiebt, vergewissert, daß destillirtes Wasser freiwillig, und ohne geschüttelt zu werden, auf das Blei wirkt; daß diese Einwirkung des destillirten Wassers auch auf Blei Statt findet, das man aus salzsaurem Blei reducirt hat, und in Glasgefäßen, — also unter Umständen, welche allen Einfluß von Galvanismus ausschliessen; daß sie aber gänzlich ausbleibt, wenn man aus dem destillirten Wasser durch Kochen oder unter dem Recipienten der Luftpumpe alle Luft ausgetrie-

ben hat, und eben so (auch wenn es nicht gekocht worden) von dem Zeitpunkte ab, wenn alle Luft, die das Wasser hergeben konnte, verzehrt ist; daß sie in beiden Fällen aber sogleich wieder eintritt, wenn man aufs neue Luft zu dem Wasser zutreten läßt. Endlich fand er, daß die Gegenwart eines jeden Neutralsalzes, es sey schwefelsauer, salpetersauer, oder salzsauer, die Einwirkung des Wassers auf das Blei verhindert, die Menge des Salzes sey auch noch so geringe, (so z. B. schon ein Antheil von 0,002 schwefelsauren Kalks,) und daß man es lediglich hieraus zu erklären hat, warum sich das Blei im Wasser der Seine und in dem Brunnenwasser, ohne Veränderung zu leiden, in offenen Gefäßen so gut als in verschlossenen erhält. Und diese Wirkung ist so ausgezeichnet, daß das Blei zu den zuverlässigsten Reagentien, um die Reinheit des Wassers zu prüfen, gehört, vorausgesetzt, daß das Wasser keine überschüssig-sauren Salze enthält.

Was die Natur des Produkts betrifft, das durch diese Einwirkung des destillirten Wassers auf Blei entsteht, so geht in diesem Falle offenbar eine Oxydierung des Bleies vor sich; doch geschieht diese Oxydierung nicht auf Kosten des Wassers, wie bei dem Eisen und bei dem Zinke, welche beide Metalle sich im gemeinen Wasser so gut als im destillirten, ja selbst in Wasser, das aller Luft beraubt ist, oxydiren. Das Produkt einer solchen Oxydierung des Bleies ist indess kein bloßes und reines

Oxyd; vielmehr ist der Verfasser geneigt, zu glauben, daß es von der Natur der *Hydrate* ist *). Dazu bestimmen ihn: die Leichtigkeit, die flockige Gestalt und der Silberglanz des Produkts; die krySTALLisirten Pünktchen, welche man an der Oberfläche der sich absetzenden flockigen Masse wahrnimmt; der bleiglasartige Zustand und die goldgelbe Farbe, welche dieses Produkt beim Erhitzen annimmt; die Schnelligkeit, mit der es beim Annähern einer Schwefel - Wasserstoff - Verbindung das Ansehen von Bleiglanz in glänzenden Schuppen erhält; und endlich der Umstand, daß, wenn man es lange Zeit über an der Luft getrocknet hat, und dann in die Sonnenwärme bringt, Wassertröpfchen sich daraus entbinden. Noch kommt dazu das geringe Aufbrausen, welches sich zeigt, wenn man Säuren darauf bringt.

*) So nennt man bekanntlich, nach dem Vorbilde des Hrn. Proust, chemische Verbindungen von Wasser mit Metall-oxyden, oder alkalischen und ähnlichen Körpern.

Gilbert.

VI.

*Auszug aus einem Schreiben des Professors
Lüdicke. Meissen, 12 Febr. 1810.*

— — Die Farbenversuche und die Berechnungen derselben, welche Sie hier als Fortsetzung meiner *Untersuchungen über die Mischung der prismatischen Farben* erhalten, haben mir so viel Arbeit gemacht, daß ich die darauf gewendete Zeit bedauern würde, wenn ich nicht hoffen dürfte, etwas Nutzbares geliefert zu haben. Die erste Abtheilung, über die Entstehung des prismatischen Farbenbildes, welche den Beweis liefert: daß zwei gebeugte Hauptstrahlen das Bild hervorbringen, wird Ihnen nicht minder als mir, sehr nützlich zur Verbesserung der Farbentheorie scheinen. Die Newton'sche verschiedene Brechbarkeit des Lichts überhaupt muß nunmehr bloß von dem gebeugten Lichte gelten. Jedoch ich setze ohnehin diesen Gegenstand noch fort, und habe nun schon ein *Chromaskop*, eine Art von *Camera obscura*, welche ein großes Prisma von Flintglas enthält, verfertigt, um diesen Gegenstand noch näher zu bestimmen; habe auch das Instrument so eingerichtet, daß es, so viel als möglich, ein *Chromameter* seyn kann. Doch ich will nichts mit Zuverlässigkeit versprechen, weil ich meiner hinfälligen Gesundheit nicht viel zutraue. In Heft 1. dieses Jahrs fehlt S. 2. Z. 6. das Wort *bestätigt*. S. 3. Z. 4. lies *waren* statt *war*, und S. 14. Z. 4. *kamen* statt *kam*.

VII.

Physikalische Preisfragen der Göttinger Societät der Wissenschaften.

In der Versammlung am 4. Nov. 1809 zur 58. Feier des Stiftungstages der Societät, sollte der Preis zuerkannt werden, über die bereits im J. 1806 aufgegebenen, und zum zweiten Mahle auf diesen November bekannt gemachte, Preisaufgabe der physikalischen Klasse: *Welchen Einfluss haben Sauerstoffgas, Stickgas, und die andern Gasarten auf die Erregung der Elektricität durch Reibung, und wie verhalten sich andere elektrische Erscheinungen, z. B. Anziehen und Abstoßen, Funken, Strahlenbüschel u. s. w. in den vorzüglichsten Gasarten?* Da bereits vorhin eine gelehrte französische Schrift eingegangen war, welche allerdings um den Preis werben konnte, nur daß mehr Genauigkeit der Versuche und Prüfungen nach den darüber gemachten Erinnerungen gewünscht wurde (s. diese *Annalen*, B. 30. S. 107.): so sieht sich die Societät desto mehr verlegen, daß weder diese neu bearbeitete, noch eine andere Beantwortung der Frage eingegangen war.

Einen günstigeren Erfolg erwartete die Societät für folgende physikalische Preisfrage auf Michaelis 1811: *„Da eine vollständigere Kenntniß der Bestandtheile des menschlichen Urins, welche wir den neuern chemischen von Fourcroy und andern angestellten Analysen verdanken, mehrere Fortschritte in der Pathogenie und Therapie hoffen läßt: so verlangt die Gesellschaft eine fruchtbare Anwendung derselben zu diesem Zwecke.“*

VIII.

Der ersten Klasse des Instituts von Frankreich Preisertheilung für das Jahr 1810, und Preisfrage auf das Jahr 1812, und neue groſſe Preise, geſtiftet von dem Kaiſer von Frankreich.

In der öffentlichen Sitzung des Instituts am 2. Januar 1810 wurden folgende Preisertheilungen bekannt gemacht.

Die physikalisch-mathematische Klasse hatte für 1810 folgende Preisfrage ausgesetzt: „Man verlangt von der doppelten Strahlenbrechung, welche das Licht beim Durchgange durch verschiedene kryſtalliſirte Körper leidet, eine mathematiſche, durch die Erfahrung beſtätigte, Theorie“ *). Sie ertheilt die goldene Preismedaille, 3000 Franken an Werth, der dritten der eingereichten Abhandlungen, mit dem Motto: *Ita res accendunt lumina rebus*. Der Verfaſſer derſelben iſt Hr. Malus, Obrift-Lieutenant im kaiſerl. Geniekorps und Mitglied des Instituts von Aegypten.

Auch die zuerſt eingegangene Abhandlung, mit dem Motto: *Judicii monſtrare recentibus abdita rerum*, glaubt die Klasse ehrenvoll auszeichnen zu müſſen.

*) Man vergl. das Umſtändlichere, in dieſen *Annalen*, B. 27. S. 366.

Den von Sr. Majestät, dem Kaiser und Könige, gestifteten jährlichen Preis von 3000 Franken, der für die besten Beobachtungen bestimmt ist, welche während des verfloffenen Jahrs im Gebiete der *galvanischen Elektrizität* gemacht worden sind, theilt die Klasse zwischen den HH. Gay-Lussac, Mitglied des Instituts, und Thenard, Professor am *College de France*.

Die vom Herrn Lalande gestiftete Medaille, welche jedes Jahr demjenigen ertheilt werden soll, der (mit Ausschluss der Glieder des Instituts) in- oder ausserhalb Frankreich während desselben die interessanteste astronomische Beobachtung gemacht, oder die wichtigste astronomische Abhandlung geschrieben haben wird, ist Herrn Gauß, Professor zu Göttingen und Correspondent des Instituts, als Verfasser eines gelehrten Werks *über die Theorie der Planeten*, zuerkannt worden.

Auf das Jahr 1812 wurde in dieser öffentlichen Sitzung von der Klasse folgende mathematische Preisfrage ausgesetzt:

„Man verlangt eine mathematische Theorie der Gesetze der Fortpflanzung der Wärme, und eine Vergleichung der Resultate dieser Theorie mit der Erfahrung.“

Der Preis ist eine goldene Medaille, 3000 Franken an Werth. Die Zeit der Concurrenz ist bis zum 1. Oktober 1811 bestimmt, und die öffentliche Preisvertheilung geschieht am ersten Montage des Januars 1812.

*Neue 10jährige wissenschaftliche Preise, gestiftet
vom Kaiser von Frankreich.*

Unter den von zehn zu zehn Jahren zuzuerkennenden 35 grossen Preisen, welche der Kaiser und König Napoleon auf diejenigen Werke der Wissenschaft und der Kunst ausgesetzt hat, die von einer dazu ernannten Jury unter den in diesem Zeitraume erschienenen für die besten werden erklärt werden, — beziehen sich folgende auf die exacten Wissenschaften und deren Anwendung:

1) Zwei grosse Preise erster Klasse für die beiden besten mathematischen Werke, das eine aus dem Gebiete der *Geometrie* und reinen *Analysis*, das andere aus dem Gebiete der übrigen dem strengen Calcul unterworfenen Wissenschaften, wie *Astronomie*, *Mechanik* u. s. w.

2) Zwei grosse Preise erster Klasse für die beiden besten physikalischen Werke, das eine aus der eigentlichen *Physik*, *Chemie*, *Mineralogie* u. s. w., das andere aus der *Medicin*, *Anatomie* u. s. w.

3) Einen grossen Preis erster Klasse dem Erfinder der wichtigsten Maschine für Künste und Manufakturen.

4) Einen grossen Preis zweiter Klasse dem Verfasser des Werks, welches die glücklichste Anwendung mathematischer oder physikalischer Lehren auf die Praxis enthalten wird.

Eine Jury, welche jedes Mahl aus den Präsidenten und den beständigen Secretären der vier Klassen des

Institut von Frankreich besteht, entscheidet, welche Arbeiten um den Preis zu wetteifern, oder wenigstens ehrenvoll erwähnt zu werden verdienen, und reicht ihren Bericht darüber dem Minister des Innern nach Ablauf von 6 Monaten am Schlusse jedes Concurſes ein. Dieser übergiebt 14 Tage nachher jeder Klasse den in ihr Fach einschlagenden Theil des Berichts, und erhält nach 4 Monaten eine raisonnirende, zum Druck bestimmte, Kritik dieser Werke, und zwar besonders derer, welche des Preises würdig geachtet werden. Der Minister stattet darüber Bericht an den Kaiser ab, und ein kaiserliches Dekret bestimmt die Preise. Die Vertheilung der Preise geschieht vom Kaiser in Person, mit der größten Feierlichkeit.

Die erste große Preisvertheilung sollte am 9. Nov. 1809 Statt finden, ist aber um ein Jahr verschoben worden. Die zweite wird am 9. Nov. 1819 seyn, und so weiter. Für diesen zweiten Zeitraum ist der Concurſ bis 9. Nov. 1818 offen.

IX.

ANZEIGE.

Vues des Cordillères et Monumens des peuples de l'Amérique, pour accompagner la Relation historique du Voyage de MM. de Humboldt et Bonpland; in gros Folio.

Nachdem Herr von Humboldt seinen *Essai politique sur la nouvelle Espagne*, welcher die dritte Haupt-Abtheilung seiner ganzen Reise ausmacht, so weit geendigt hat, daß die fünfte und letzte Lieferung noch vor Ostern 1810 erscheinen wird: so beschäftigt er sich nun unablässig mit der Herausgabe der ersten Haupt-Abtheilung, welche bis jetzt verschoben werden mußte *). Diese Abtheilung enthält seine eigentliche Reise, oder den historischen Theil derselben, unter dem Titel: *Relation historique du voyage de MM. de Humboldt et Bonpland*. Sie wird aus 4 Quartbänden bestehen, deren jeder für sich ein Ganzes ausmachen und einen besondern Titel führen wird. Der erste Band enthält die Reise nach dem *Orinoco*, nach *Cumana*, auf die Küste von *Carracas*, u. s. w.; der zweite die Reise nach *Cuba*, dem Königreiche *Neu-*

*) Von der vierten Haupt-Abtheilung, *Astronomie et Magnétisme; Recueil d'observ. astron., d'opérat. trigonom. et de mesures barométriques*, welche Herr von Humboldt in Gemeinschaft mit Herrn Oltmanns heraus gegeben hat, ist das erste Heft 1808, und das dritte, welches die Barometermessungen enthält, zu Ende des Jahrs 1809 erschienen.

Granada, und dem Magdalenenstrom; der dritte die Reise nach Quito; der vierte die Reise nach Mexico. Zu diesen vier Bänden gehören 2 Atlasse, ein geographisch-physischer und ein pittoresker. Ersterer erscheint in Abtheilungen, die zu den Bänden des Textes passen.

Der erste Band der Reise, nebst einem Theile des geographisch-physischen Atlasses, wird zur Michaelis-Messe 1810, oder noch früher, ans Licht treten. Da aber bereits alle Platten des pittoresken Atlasses gestochen sind, und er für sich ein sehr interessantes Ganzes ausmacht: so hat man geglaubt, den häufigen Nachfragen der Subscribenten dadurch Genüge zu leisten, daß man ihn sogleich erscheinen läßt, ohne noch die Bekanntmachung des historischen Theils abzuwarten. Dieser pittoreske Atlas führt den Titel: *Vues des Cordillères et Monumens des peuples de l'Amérique, pour accompagner la Relation historique du voyage de MM. de Humboldt et Bonpland.* Er besteht aus beinahe 60 Platten, welche Prospective, alte und neue Monumente, hieroglyphische Gemälde und Kostüme vorstellen. Alle sind von den ersten Künstlern Frankreichs, Deutschlands und Italiens ausgeführt; ein großer Theil wird in Farben gedruckt; das Format desselben ist groß Folio (*Colombien velin*), dasselbe, welches der mexikanische Atlas hat, und das bei dem geographisch-physischen Atlasse der Reise selbst ebenfalls wird beibehalten werden. Dazu liefert Hr. von Humboldt einen ausführlichen, beschreibenden Text in französischer Sprache, in demselben Format. Dieser Atlas erscheint in ungefähr 5 Lieferungen, welche sehr schnell auf einander folgen werden, so daß das Ganze bis Michaelis fertig seyn wird. Die erste Lieferung von 12 Vorstellungen, mit 14 Bogen Text, ist bereits erschienen. Um die Kupfer zu schonen, wird jede Lieferung in einem eigenen Portefeuille von dünner Pappe

ausgegeben. Der Preis dieser Lieferung ist in Paris bei Unterschriebenem für ein Exemplar mit Kupfern vor der Schrift (oder vielmehr mit leicht angedeuteter Schrift) 108 Franken. Diese Exemplare sind für diejenigen Subscribenten bestimmt, welche die übrigen Abtheilungen des Ganzen auf Velin-Papier nehmen. Ein Exemplar mit der Schrift, für die Besitzer der Ausgabe auf ordinaire Papier, kostet 72 Fr.

Zu diesen Preisen erhalten diejenigen Personen, welche sich mit baarer Zahlung unmittelbar an Unterzeichneten wenden, die Exemplare, und tragen alsdann das Porto von Paris aus.

Für ganz Deutschland wendet man sich an Hrn. F. G. Levrault in Straßburg, welcher die Haupt-Commission übernommen hat, und in Leipzig beständig ein Lager davon hält. Der Preis für Deutschland ist: Ein Exemplar vor der Schrift 30 Rthlr. Sächsisch oder 33 Rthlr. 3 Gr. Preussisch, mit der Schrift 20 Rthlr. Sächsisch oder 22 Rthlr. 2 Gr. Preussisch.

Zu diesem Preise kann jede solide Buchhandlung in ganz Deutschland das Exemplar liefern; nur wird den sehr entfernten, z. B. in Dänemark oder Preussen u. s. w., eine kleine Erhöhung wegen des vermehrten Porto's zugestanden werden müssen.

Die zweite Lieferung erscheint im Februar, die dritte im April.

Paris, den 1. Januar 1810.

F. Schöll, Buchhändler,
rue des fossés St. Germain l'Auxer-
rois, Nr. 29.

X.

Pränumérations-Anzeige auf Mikroskope.

Mikroskope gehören zu den angenehmsten Instrumenten. Sie belustigen Alt und Jung, indem sie die Wunder der Natur und des grossen Schöpfers Weisheit und Allmacht in den kleinsten Werken offenbaren. Als enthusiastischer Liebhaber derselben wünsche ich, sie durch Wohlfeilheit in recht viele Hände zu bringen, und biete daher folgende Produkte meiner Muse Liebhabern hiermit auf Pränumeration an:

- 1) Doppelte Lupen mit 3 Linfen in Horn und Messing, zu 16 Gr. preuss. Courant.
- 2) Einfache Mikroskope mit 4 Linfen, 4 Schiebern in Messing und Mahagoni, zu 5 Rthlr. Cour.
- 3) Sonnen-Mikroskope mit 4 Linfen und 4 Schiebern, zu $3\frac{1}{2}$ Rthlr.; mit dem Apparate zu undurchsichtigen Gegenständen, 10 Rthlr.
- 4) Zusammen-gesetzte Mikroskope mit 6 Linfen und 6 Schiebern, von grossem Gesichtsfelde und grosser Deutlichkeit, 10 Rthlr., auch 12 Rthlr.
- 5) Lampen-Mikroskope nach Adams, welche in England 30 Guineen kosten, bei Tage und am Abend brauchbar, mit 4 Linfen und 6 Schiebern; in Pappe 8 Rthlr., in Holz 12 Rthlr., auch 18 Rthlr.
- 6) Kästchen mit präparirten Objecten zwischen feinen Gläsern, und einem Pressschieber, zu 2 Rthlr.

Die Pränumeration auf das eine oder andere Instrument dauert bis Ende Aprils, und unter andern nimmt sie der Verleger dieser *Annalen* baar und portofrei an. Bis Ende Juni dieses Jahrs geschieht die Ablieferung.

Duncker,
Prediger zu Rathenau bei Brandenburg.

Fig. 1.

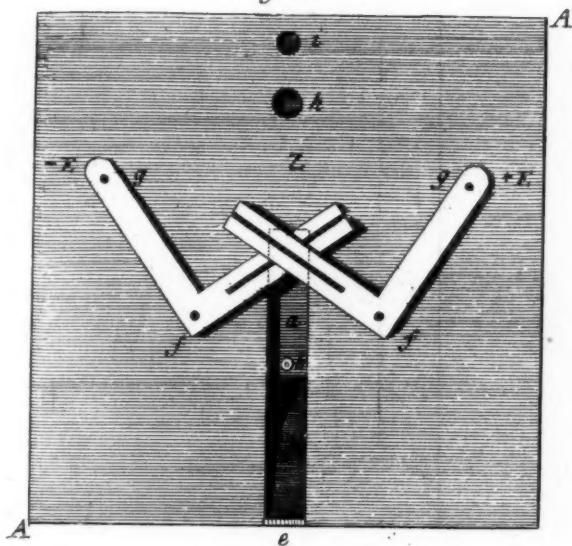


Fig. 3.

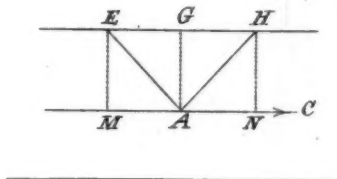
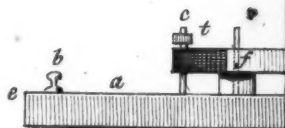
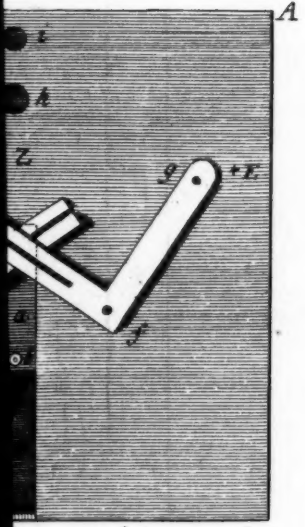


Fig. 2.



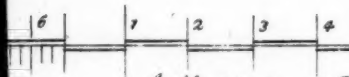
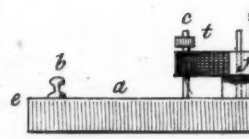
Gilb. N. Ann. d. Phys

Fig. 1.



2

C



Gill. N. Ann. d. F.

J

7.

D

the

Ra

Str

sch

Pr

de

N e

7

7

Ann

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1810, DRITTES STÜCK.

I.

V E R S U C H E

über die Mischungen prismatischer Farben,

vom

Professor LÜDICKE in Meissen.

Zweite Abtheilung *).

7. Ueber die Entstehung des prismatischen Farbenbildes.

Das prismatische Farbenbild erscheint oft getheilt. Dieses erhellet schon aus den farbigen Rändern, welche man sieht, wenn man weiße Streifen, die auf schwarzem Grunde liegen, oder schwarze Streifen auf weißem Grunde, durch ein Prisma betrachtet: sie sind am ausführlichsten von dem Herrn von Göthe **) beschrieben worden.

Die Erklärung dieser Erscheinungen hat schon Newton in seiner Optik und in seinen *lectionibus*

*) Vergl. Stück I. dieses Jahrg. S. 1.

**) In dessen Beiträgen zur Optik. Weimar 1791.
Annal. d. Physik. B. 34. St. 3. J. 1810. St. 3.

opticis angegeben *). Sie gründet sich auf den Versuch, in welchem das Prisma mittelst des Sonnenlichtes eben dieselben Farbenstreifen auf einem weissen Papiere darstellt; wenn nämlich die Oeffnung, durch welche das Sonnenlicht fällt, beinahe so gross, als die Breite des Prisma, und das Papier von dem Prisma nicht weit entfernt ist. Da ich diesen Versuch mehrere Mahle mit Veränderungen wiederholt habe, so finde ich mich im Stande, einige für die Theorie des Lichts nützliche Schlüsse daraus herzuleiten.

Versuch 1. Es sey *abc* (Fig. 1. Taf. IV.) ein Prisma, durch welches das Sonnenlicht in ein Zimmer, es mag verfinstert seyn, oder nicht, auf einen verdunkelten Ort durch die Oeffnung *ff* fällt, die beinahe so breit als das Prisma ist; und *lm* sey ein weisses Papier, von welchem das zerstreute Licht bei dieser Stellung des Prisma so aufgefangen wird, daß *gh* die Farbenstrahlen von Violet bis Lichtblau, und *ik* die von Paille bis Dunkelroth enthält. An diesem Orte befindet sich also das Papier *lm* so nahe bei dem Prisma, daß die gefärbten Strahlen in *h* und *i* einander nicht erreichen, und daß daher der Raum *hi* weiss erscheint. Von diesem Raume sagt Newton: er werde von allen Gattungen Strahlen erleuchtet, die gegen

*) Man findet sie auch in Priestley's *Geschichte der Optik*, von Klügel, S. 203.; in dem Gehler'schen physikalischen Wörterbuche, 2. Th. S. 161.; in dem Lichtenberg'schen Magazin, 8. B. 1. St.; und am vollständigsten in dem Gren'schen Journal d. Physik, 7. B. 1. Hft. L.

einander in dem Verhältnisse find, wie sie aus dem Prisma heraus treten; und daher müsse er weiß erscheinen.

Dieser in allen oben angegebenen Schriften wiederholte Grund hat mich nicht befriedigt; denn das Licht, welches innerhalb der Strahlen *df* und *ef* auf die Fläche des Prisma fällt, es mag (mit Newton zu reden) einfach oder gemischt seyn, muß nach seiner Theorie eine oder mehrere Farben auf der Fläche *hi* darstellen, und die hier unerwartet aufgenommenen Verhältnisse können eine Ausnahme hiervon nicht rechtfertigen. Nimmt man nämlich daselbst ein einfaches Licht an, so müßte es, da die Brechung dasselbe nicht verändern soll, auf der Fläche *hi* in seiner Farbe heller oder schwächer erscheinen. Setzte man hingegen, das daselbst befindliche Licht sey ein gemischtes, so müßte es, weil es aus mehr oder weniger brechbaren Strahlen besteht, diese Fläche ganz mit Farben überziehen. Da nun dieses nicht geschieht und jener Raum weiß erscheint, so kann man, ohne Einmischung einer Hypothese, weiter nichts schließen, als: daß das Licht innerhalb der beiden Strahlen *df* und *ef* in Hinsicht auf Farben ganz unwirksam für das Prisma, aber so beschaffen ist, daß es von dem Prisma nicht zerstreuet werden kann.

Versuch 2. Wenn man bei derselben Stellung des Prisma und des Papiers in der Oeffnung *ff* eine sehr schmale horizontale Leiste *p* anbringt, so

wird man auf dem Papiere in dem weissen Raume *hi* wieder zwei Farbenstreifen, *q* und *s*, bemerken, von denen die obere, *q*, die rothen und gelben, und die untere, *s*, die violetten und blauen Strahlen enthält. Hieraus sieht man, daß sich dennoch innerhalb des Raumes zwischen *df* und *ef* ein Licht befindet, welches Farben hervorbringen kann.

Folgerung aus beiden Versuchen. Dasselbe Licht, welches bei dem ersten Versuche, indem es an dem obern und untern Rande der Oeffnung *ff* vorbei geht, ein Paar Farbenstreifen hervorbringt, stellt auf dem Raume *hi* keine Farbe dar, wenn es innerhalb der Oeffnung ungehindert durchgegangen ist. Dasselbe Licht, welches bei diesem ungehinderten Durchgange keine Farbe erzeugte, stellt, dem zweiten Versuche zu Folge, wiederum ein Paar Farbenstreifen dar, wenn es bei ein Paar Rändern der Oeffnung vorbei gehen muß. Hieraus folgt also ganz unläugbar, daß nur diejenigen Lichtstrahlen mittelst des Prisma Farben erzeugen können, welche bei den Rändern einer Oeffnung vorbei gegangen sind. Was hierdurch nunmehr hinlänglich bewiesen ist, schloß auch schon Marat *) aus einem seiner Versuche, indem er sagt: daß die Farben eines Linsenglases von der Fassung desselben herrühren, könne man sehen, wenn man an die Fassung einen kleinen Körper klebe.

*) *Découvertes sur la lumière. Londres 1780.* Im Auszuge in Lichtenberg's Magazin, I. B. I. St. S. 33. L.

Versuch 3. Wenn man das Sonnenlicht, ohne es mittelst einer Oeffnung einzuschränken, durch ein Prisma fallen läßt, so sieht man auf einem nahe gehaltenen Papiere, das man durch einen Vorsetzer verdunkelt hat, dieselben farbigen Streifen; sie sind jetzt aber weiter von einander entfernt, als bei einer Oeffnung, welche schmälere als die Seite des Prisma ist. Hieraus sieht man, daß die beiden Kanten des Prisma eben dasselbe leisten, was die gegenüber stehenden Ränder der Oeffnung gethan hatten.

Diese Versuche leiden, wie bekannt, noch die Abänderung, daß der brechende Winkel des Prisma nach oben gerichtet werden kann. Es sind daher zwei Fälle zu unterscheiden. In dem ersten Falle, wo der brechende Winkel nach unten gerichtet war, bestand die obere Farbenleiste, nach meiner Farbentafel, aus röthlich Violet, Violet, Indigo, Blau und Hellblau, und die untere aus Paille, Gelb, Orange, Hellroth und Dunkelroth. In dem zweiten Falle aber, wenn der brechende Winkel nach oben gerichtet ist, enthält die obere Farbenleiste die rothen und gelben und die untere die blauen und violetten Farben. Da nun aus der Richtung, welche die Lichtstrahlen in beiden Fällen haben, sehr deutlich erhellet, daß kein Durchkreuzen der Strahlen vorgegangen ist, so folgt hieraus: daß der bei dem obern Rande vorbei gegangene Lichtstrahl, welcher im ersten Falle die violetten und blauen Streifen darstellte,

in dem zweiten Falle die gelben und rothen hervorgebracht hat; und dafs der bei dem untern Rande vorbei gegangene Strahl im ersten Falle die rothen und gelben, und im zweiten Falle die blauen und violetten Farben erzeugt; dafs also die Verschiedenheit der Farben nicht von der Lage der Ränder, bei welchen sie vorbei gehen, sondern von der ungleichen Dicke des Prisma abhängen mufs. Das Vorbeigehen bei den Rändern kann daher das Licht blofs fähig gemacht haben, bei seinem Durchgange durch den dickern Theil des Prisma die violetten und blauen, und bei seinem Durchgange durch dessen dünnern Theil die gelben und rothen Farben darzustellen.

Verbindet man mit diesen Versuchen und Schlüssen die von Grimaldi *), Newton **), Maraldi ***), du Tour †), Marat ††) und Brougham †††) angestellten Versuche über die Beugung des Lichts, wenn es bei den Rändern der Körper vorbei geht, und erinnert sich, dafs das Licht daselbst ausgebreitet wird, und dafs bunte Lichtstreifen entstehen: so mufs man annehmen, dafs diese von der Beugung entstandene Ausbreitung nöthig ist, damit das Licht des gebeugten

*) *De lumine, coloribus et iride*, 1666.

L.

**) *Optiks*, L. III. obs. 1, 2.

L.

***) *Mém. de l'Acad. de Paris*, 1723.

L.

†) Priestley's Geschichte der Optik von Klügel, 2. Th. S. 383.

L.

††) Am angef. Orte.

L.

†††) Voigt's Magazin, 1. B. 2. St. S. 1.

L.

Strahls in verschiedenen Punkten auf das Prisma falle, bei diesem Auffallen verschiedene Einfallswinkel habe, und vermöge dieser und der Gestalt des Prisma verschiedentlich gebrochen, und, nach Beschaffenheit der Glasart, zerstreuet werde.

Diese und andere Folgerungen aus den hier angeführten Versuchen könnten mir Gelegenheit geben, eine verbesserte Theorie des Lichts und der Farben zu entwerfen. Ich enthalte mich jedoch aller fernern Folgerungen, um, meinem Vorsatze getreu, hier auf keine Hypothese geführt zu werden. Für jetzt ist es mir hinreichend, bewiesen zu haben: *dass die beiden mittelst des Prisma entstandenen Farbstreifen so wohl, als das ganze prismatische Farbenbild, von zwei Hauptstrahlen hervorgebracht werden, welche eine Beugung erlitten haben.*

8. Von den Farben bei dem Anlaufen des Stahls.

Die Farben, welche bei Erhitzung des polirten Stahls oder Eisens entstehen, haben unter sich eben die Ordnung und fast durchgängig dieselben Abänderungen, als die des prismatischen Farbenbildes: jedoch fangen sie bei dem schwächsten Paille an und hören gemeinlich bei Lichtblau auf. Um nun wenigstens näherungsweise zu erfahren, in welchen Verhältnissen die Breiten dieser Farben unter einander stehen; erwählte ich eine gleich stark gearbeitete viereckige Stahlstange und zwei gleich dicke rein ausgefeilte eiserne

Schienen. Die *erste* war auf jeder Seite $\frac{1}{4}$ Dresdner Zoll breit, die *zweite* 2 Zoll breit und $\frac{1}{4}$ Zoll stark, und die *dritte* 1 Zoll breit und ebenfalls $\frac{1}{4}$ Zoll stark. Ihre Länge betrug 6 Zoll. Nachdem bei jeder eine der schmalen Seiten rein geschliffen und polirt worden war, wurden sie eine nach der andern in glühende Kohlen so gelegt, daß die polirte Seite größtentheils von Kohlen frei war. Hierauf wurde das Feuer stark angeblasen, bis alle Farben so weit heraufgerückt waren, daß vom lichten Blau bis an das erhitzte Ende der Stäbe 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Raum übrig blieb.

Das Farbenbild, welches sich auf der Oberfläche zeigte, war in dem Augenblicke des Entstehens, oder während des Fortlaufens aller Farben, das richtigste. Denn da, wegen der wärmeleitenden Eigenschaft der Metalle, ein Theil der Hitze, nachdem das Eisen schon aus dem Feuer genommen worden, noch in die übrigen vorhin kalten Theile des Eisens übergeht, so breiten sich dann die Farben, welche, wie Gelb und Paille, die kleinste Wärme erfordern, unverhältnißmässig aus. Es ist daher nöthig, daß man gleich nach Entstehung des Bildes das andere kalte Ende des Eisens, fast bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von Paille, einige Zeit in kaltem Wasser stehen läßt, um dadurch die fortdauernde Wirkung der Wärme zu verhüten. Wenn ich das Eisen auf diese Art behandelt hatte, war das ganze Bild, auf der Stange $\frac{1}{3}$ Zoll, und auf den Schienen sehr nahe $\frac{1}{4}$ Zoll

breit. Die kenntlichsten Farben waren: Paille, Gelb, Roth, Violet, Dunkelblau, sehr lichte Blau, Weiss, sehr schwach Gelb, sehr schwach Roth, sehr schwach Blau. Bei dem Stabe und bei der 1 Zoll breiten Schiene war der untere Theil des Farbenbildes am reinsten ausgefallen; denn es waren nach lichte Blau noch folgende Abstufungen zu bemerken: ein Schimmer von Grün, Weiss, schwach Gelb, Roth, Blau, etwas sehr sichtbares Grün, worauf ein schmutziges Grün folgte.

Mit diesen Versuchen stimmen die Rinnmann'schen Angaben sehr gut überein, wenn Rinnmann sagt *): „Glatt polirtes Eisen läuft in der Schmelzhitze von Zinn Licht- oder Hafergelb an; in der Siedehitze von Leinöhl oder Quecksilber Brand- oder Gelbroth, ja Karmoisin; in der Schmelzhitze von Blei durch alle vorigen Farben bis zum hellen Violet, dann bis zum Purpurroth, ja bis zum Dunkelblau; in der Schmelzhitze des Zinks durch alle vorgenannten Farben in erzählter Ordnung bis zum lichten Blau, und endlich bis zum Meergrünen; in noch stärkerer Hitze aber wird das Meergrün angelaufene wieder mattglänzend Weiss. Bei noch stärkerer Erhitzung kommen alle die vorigen Farben matter und schneller vergehend in obgedachter Ordnung wieder, aber die meergrüne erscheint nun stärker und dauerhafter.“

*) Rinnmann's Versuch einer Geschichte des Eisens, B. I. S. 142 bis 161. und Macquer's chemisches Wörterbuch v. D. Leonhardi, Zuf. I. B. S. 285. L.

Da die Bilder bei meinen Versuchen nur $\frac{5}{8}$ und $\frac{3}{4}$ Zoll breit waren, so konnte eine Abmessung einzelner Farben nicht Statt finden; nur so viel liefs sich deutlich wahrnehmen, dafs der Raum von Paille bis mit Dunkelroth dem Raume von Dunkelroth bis wieder an Paille sehr nahe gleich war. Verbindet man hiermit die sichtbare Regelmäfsigkeit, nach welcher die Breiten der Farben abnehmen, so wird man sie mit den Breiten des prismatischen Farbenbildes übereinstimmend finden. Denn es ist, wenn man das prismatische Farbenbild von Paille anfangen läfst,

Paille	$h = 0,749$	röthlich Violet	$a = 0,561$
Gelb	$i = 0,707$	Violet	$b = 0,529$
Orange	$k = 0,667$	Indigo	$c = 0,500$
lichte Roth	$l = 0,629$	Blau	$d = 0,472$
Dunkelroth	$m = 0,594$	Hellblau	$e = 0,445$
		bläulich Grün	$f = 0,420$
		gelblich Grün	$g = 0,396$
	<hr/>		<hr/>
	3,346		3,323

Die sehr nahe gleichen Summen 3,346 und 3,323 zeigen, wie ich glaube, hinlänglich, dafs diese Zahlenreihe obigen Versuchen angemessen ist, und dafs die Breiten der angelaufenen Farben sich wie die Breiten der prismatischen Farben verhalten.

Hiernächst zeigen diese Versuche auch den Ort für Weiss sehr bestimmt an. Es erhellt nämlich aus ihnen, dafs sich das reine Weiss zwischen Grün und Paille befinden mufs, während man aus

obigen Versuchen mit dem Prisma bloß schliessen konnte, daß es sich zwischen Hellblau und Paille befinde.

Auch der folgende Versuch bestimmt die Stelle für Weiß sehr genau. Man betrachte durch ein Prisma einen etwa $\frac{1}{4}$ Zoll breiten schwarzen Papierstreifen, der auf weißem Grunde und parallel mit der Achse des Prisma liegt, in der Entfernung von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Ellen. Man siehet alsdann ein ununterbrochenes Farbenbild, welches sich, wie die Stahlfarben, mit Paille anfängt und sich mit Hellblau und sehr merklichem Grün endigt, worauf alsdann Weiß folgt.

(Die Fortsetzung im nächsten Stück.)

II.

B E R I C H T,

abgefasst der mathemat.-physikalischen Klasse des Instituts
in der Sitzung am 10. Apr. 1809

von den

HH. DE PRONY, GUYTON MORVEAU und ROCHON
über das schwere Kry stallglas zu achromatischen
Objectiven,

welches Hr. Du Foug er a is, kaiserl. Glas-Fabrikant,
dem Institute vorgelegt hat.

Frei übersetzt, mit einigen Bemerkungen, von Gilbert.

Die Erfindung der achromatischen Fernröhre ist, wie bekannt, eine der grossen Entdeckungen, welche das verfloßene Jahrhundert auszeichnen. Das Princip, auf dem sie beruhen, verdanken wir einem tief sinnigen Mathematiker, der die mathematischen Wissenschaften mit den bewundernswürdigsten Ansichten bereichert hat. Euler hatte im Jahre 1747 den sinnreichen Gedanken geäußert, die Abweichung der Strahlen, welche von der Zerlegung des Lichts in den sphärischen Gläsern herrührt, müsse sich durch Anwendung mehrerer durchsichtiger Körper aufheben lassen; ungeachtet damals alle Physiker überzeugt waren, dass, zu Folge eines Versuchs, welchen Newton angeführt hat, die Strahlenbrechung allemahl mit Farbenzerstreung verbunden sey, und dass, wo

keine Zerstreung ist, auch keine Brechung Statt finde; welches alle Hoffnung zu benehmen schien, die Farben in den Fernröhren zu vernichten.

Euler erzählt in den Abhandlungen der Petersburger Akademie: einige Versuche mit Menisken, deren hohl geschliffene Seite er mit verschiedenen Flüssigkeiten anfüllen konnte, hätten ihn belehrt, daß die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstrahlen sich sehr wohl vermindern, ja auf nichts bringen lasse, wenn man zwei verschiedene durchsichtige Körper oder mehrere anwende. Dieses sind die eigenen Ausdrücke des großen Mannes, dessen Bescheidenheit fast eben so bewundernswürdig als sein Talent war. Er fügte noch hinzu, und dieses ist sehr merkwürdig, die wundervolle Structur der Augen, welche die Bilder der Gegenstände auf ihren hintern Grund darstellen, lasse ihn behaupten, daß es möglich sey, alle Fehler zu vermindern oder selbst ganz aufzuheben, denen die verschiedenen Brechungen der Lichtstrahlen damahls nothwendig unterworfen zu seyn schienen. Man müsse hier, meint er, die Macht und die unendliche Weisheit des Schöpfers anerkennen. Noch giebt er die Nachricht, seine Behauptung sey von dem geschickten Optiker John Dollond zu London angefochten worden. — Einige Bemerkungen, die Hr. Klingenskierna diesem Künstler machte, veranlaßten denselben indeß in der Folge, sich durch viele Versuche zu überzeugen, daß die große Verschie-

denheit des Zerstreungs - Vermögens zweier Glasarten, welche man in England im gemeinen Leben, die eine *flint*, die andere *crown* nennt, hinreiche, Euler's Project zu realisiren, und gute achromatische Objectivgläser zu geben *). Dieser Erfolg verschaffte Dollond im J. 1759 ein Patent, das indeß von Valtines vor dem Gerichtshofe zu

*) Diese Erzählung von der Erfindung farbenloser Objectivgläser bedarf mancher Ergänzung und Berichtigung; kurz, vollständig und richtig findet man sie in Priestley's Gesch. der Optik, Klügel's Uebers. Th. 2. S. 339 f. und in dem dritten Bande von Montucla's *Histoire des Mathématiques*. Newton glaubte, in verschiedenen brechenden Mitteln sey immer das Brechungs - Verhältniß der äußern Strahlen dasselbe, als das der mittlern Strahlen, und dafür führte er einen Versuch an (*Optica, Lib. I. P. 2. Exp. 8.*), den er nur oberflächlich angestellt, und aus dem Gedächtnisse aufgeschrieben zu haben scheint, und der irrig ist. In diesem Falle würde zugleich mit den Farben alle Brechung aufgehoben werden, also kein achromatisches Objectivglas möglich seyn. In einer Abhandlung über die Vervollkommnung der Objectivgläser der Fernröhre (welche in den Schriften der Berliner Akad. der Wissensch. auf das J. 1747 gedruckt ist), und in einigen spätern, damit in Verbindung stehenden, äußerte dagegen Euler, das Auge sey der Beweis, daß die Farbenzerstreuung sich müsse aufheben lassen, und als ein Mittel, dieses in Fernröhren zu bewirken, gab er an, ein Objectivglas aus zwei verschiedenen brechenden Mitteln (zwei erhabenen Glaslinsen und Wasser zwischen beiden) zusammen zu setzen. Die Berechnung, durch welche er diesen Vorschlag unterstützte, ging von einer Hypothese über die Farbenzerstreuung aus (daß nämlich die Logarithmen des Einfall's - und des Brechungs - Sinus der mittlern und der äußern Strahlen stets in einerlei Verhältnisse stehen), welches ihm zwar das einzig mögliche Gesetz der Natur zu seyn schien, von andern Naturforschern aber nicht angenommen wurde, weil es dem durch einen

Westmünster lebhaft angegriffen wurde, indem er bewies, daß der gelehrte Chester-Morehall lange vor Dollond vollkommene achromatische Fernröhre mit starken Vergrößerungen habe verfertigen lassen, von denen Aiscougt, Optiker zu Leucaste, eins seit 1754, und eben so eins der Dr. Smith besitze. Diese Thatfachen, die we-

Verfuch (wie es schien) bewährten Gesetze Newton's widersprach. Aus diesem Grunde erklärte der kenntnißreiche Künstler John Dollond, in London, Euler's Vorschlag für unbrauchbar (*Philos. Transact. for 1752.*), blieb auch, da Euler Newton's Versuch nicht geradezu verwarf, bei dieser Meinung, aller Gründe ungeachtet, durch welche Euler in den Schriften der Berliner Akad. für 1753 und 1754 sein Gesetz der Farbenzerstreuung zu bewähren suchte, an dem dieser große Mathematiker so fest hing, daß er den glücklichen Erfolg, welchen späterhin Dollond auf einem andern Wege erreichte, lange nicht glauben wollte, bis auch Clairaut sich gegen sein Gesetz erklärte, (in einer Abhandlung aus dem J. 1762, welche in den Schriften der Pariser Akad. auf 1757 abgedruckt ist). Ein schwedischer Mathematiker, Klingenstierna, wurde durch diese Streitigkeit veranlaßt Newton's Versuch genauer zu beleuchten, und er that dar, (in den Abhandl. der schwed. Akad. auf 1754), daß das Resultat desselben unmöglich so gewesen seyn könne, wie es Newton angegeben habe, denn es würden sonst daraus unzählige Gesetze der Farbenzerstreuung folgen, die einander selbst und dem von Newton angenommenen Gesetze der Brechung widerstritten; der Erfahrungs-Beweis für Newton's Gesetz der Farbenzerstreuung und gegen Euler's Vorschlag falle also fort. Dollond wurde hierdurch bewogen, eigene Versuche über die Brechung und Farbenzerstreuung verschiedener durchsichtiger Mittel anzustellen, und diese führten ihn allmählig zu der Entdeckung, die er im Jahre 1757 machte, daß das Licht, wenn es durch ein Prisma von Kronglas und ein entgegengesetzt liegendes Prisma von Flintglas von gewissen brechenden Winkeln hin-

niger bekannt sind, als sie es zu seyn verdienen, sind durch das Urtheil völlig bewährt, welches Lord Mansfield in diesem Streite fällte; Dollond wurde von ihm in seinem Privilegio nur aus dem Grunde erhalten, weil das Patent nicht dem gebühre, der die erste wissenschaftliche Idee einer Erfindung gehabt habe, sondern dem, der das Publikum in den Besitz der Vortheile der Entdeckung setze *). In dieser Hinsicht verdiente John Dollond eine Belohnung. Das berühmte Fernrohr mit dreifachem Objective, welches er [1758] der königl. Societät zu London vorlegte, machte im ganzen gelehrten Europa grofse Sensation.

Die Pariser Akademie hatte nicht so bald Nachricht erhalten, dafs man zu London, nach den Grund-

durch geht, farbenlos wird, ob es schon eine beträchtliche Brechung durch die vereinte Wirkung beider leidet. Und nun schritt dieser Künstler sogleich zur Ausführung seiner achromatischen Objective, zuerst, nach langem und mühsamen Probiren, aus zwei, und bald auch aus drei Glaslinsen, von denen er das erstere im J. 1758 zu Stande brachte. Er starb im J. 1761 (den 30. Nov., 55 Jahr alt) und hinterliess seine Werkstätte seinem Sohne Peter Dollond, der die Verfertigung der achromatischen Fernröhre noch weiter trieb, und besonders seit dem Jahre 1765 Fernröhre mit 3fachen Objectiven von $3\frac{1}{2}$ Fufs Brennweite von der grössten Vollkommenheit lieferte. Mit Taschenfernrohren dieses Künstlers, die nach dem Ausziehen 9 Zoll lang waren, soll man die Jupitersmonde ohne Schwierigkeit gesehen haben. *Gilbert.*

*) Herr Rochon hat diese Erzählung, welche schwerlich Dollond etwas von seinem Ruhme benehmen wird, schon vor vielen Jahren umständlicher bekannt gemacht. Man sehe diese *Annal.* J. 1800. St. 3. S. 302. *Gilbert.*

Grundsätzen Euler's, Fernröhre verfertigt habe, die den Durchmesser der Gegenstände 120 Mal vergrößern, und dabei eine Klarheit und Deutlichkeit haben, welche sie zu den feinsten Beobachtungen brauchbar machen; als sie auch durch ihre gelehrten Untersuchungen den Beweis gab, daß sie auf diese neue Entdeckung den höchsten Werth lege. Zwei große Mathematiker, Clairaut und d'Alembert, ließen in der schweren Theorie der Construction dieser Fernröhre nichts zu wünschen übrig. Sie bestimmten, bei welchen sphärischen Krümmungen der beiden Glasarten von verschiedenem Zerstreungs-Vermögen, die Abweichungen wegen der Farbenzerstreuung und wegen der Kugelgestalt am kleinsten sind.

Herr Clairaut kam damahls durch Versuche auf die Bemerkung, daß man in Paris eine Glasart habe, (Personen, welche Edelsteine nachmachen, bedienen sich ihrer, um das Feuer des Diamanten zu erkünsteln, ihr gewöhnlicher Name ist *Strafs*) — deren Zerstreungs-Vermögen noch größer als die im Flintglase ist. Aber diese Glasart, welcher der Erfinder *Strafs* *) durch vie-

*) Nach Beckmann's *Anleitung zur Technologie* (Aufl. 4. Göt. 1796. S. 387.), hat dieses Glas seinen Namen von einem Straßburger Juwelier, der im Anfange des 18. Jahrhunderts in der Bereitung von Glasflüssen zur Nachahmung der Edelsteine vorzüglich geschickt war, und seine Kunst in München erlernt haben soll; er starb in Paris, und hinterließ seinem Sohne eine halbe Million, dieser soll aber doch vor einigen Jahren Banquerot gemacht haben.

Gilbert.

les Bleioxyd eine dem Diamanten gleiche Schwere gegeben hat, ist mehrentheils so gallertartig, daß man mit den größten Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wenn man es zu achromatischen Objectiven anwenden will, da diese nicht bloß vollkommen homogenes, sondern auch geblasenes Glas erfordern, nach der Bemerkung der geschicktesten Optiker, welche sich bei der Ausübung ihrer Kunst von dem Vorzuge geblasener vor gegossenen, oder in den Tiegeln erkalteten Gläsern überzeugt haben.

Herr Loyfel giebt uns in seinem Versuche über die Kunst, Glas zu machen, das Mischungsverhältniß für Krytallglas, das in Farbenzerstreuung dem Diamanten ähnlich ist. Die Verfertiger künstlicher Edelsteine nehmen 100 Theile weißsen in Salzsäure gewaschenen Sand, 150 Theile rothes Bleioxyd (Mennige), 30 Theile calcinirtes kohlenfaures Kali, und 10 Theile gebrannten Borax, welchem sie manchemahl noch 1 Theil Arsenikoxyd zufetzen, schmelzen diese Fritte in einem kleinen Ofen, und lassen das Glas in dem Schmelzgefäße erkalten. Dieses Krytallglas hat das Ansehen und das specifische Gewicht des Diamanten, (3,5), aber man erhält es nur in kleinen Massen, die bloß zu künstlichen Edelsteinen verarbeitet werden.

Wenn sich Hr. Clairaut zur Zeit der Erfindung der achromatischen Fernröhre dieses Glases zur Verfertigung achromatischer Objective bediente, so geschah das nur in der Absicht, um eine

Anwendung seiner Formeln auf Gläser von viel größerem Zerstreungs-Vermögen, als das Flintglas, zu machen. Hr. L'Etang, dem er diese Arbeit auftrug, machte ihm die Bemerkung, daß man geblasenes Glas nehmen müsse, wie dieses das Flint und das Crown der Engländer sind, wenn man gute Objective machen wolle. Damit Frankreich nicht von den Engländern im Flintglase abhängen und ihnen tributair bleibe, machte die Akademie der Wissenschaften im Jahre 1766 die Bereitung eines schweren, fehlerlosen Glases, welches alle Eigenschaften des Flintglases habe, zum Gegenstande ihrer Preisfrage. Dieser Preis wurde im Jahre 1773 Hrn. Lebaude, Director einer Glashütte, zuerkannt. Seine Abhandlung steht gedruckt in dem *Recueil des Mémoires des Savans étrangers* auf das Jahr 1774.

Die Proben von schwerem Glase, welche Hr. Lebaude der Akademie vorgelegt hatte, waren indess für die Bedürfnisse der Optik nicht genügend. Die Akademie erneuerte daher die Preisfrage im Jahre 1786, und erhöhte den auf sie gesetzten Preis bis auf 12000 Livres. Sie verlangte in ihrem Programme ein Verfahren, durch das man stets und nach Belieben die ganze im Handel und für die Industrie nöthige Menge schweren Glases verfertigen könne, und daß dieses Glas von den Mängeln, die man dem Flint vorwirft, frey sey. Sind seitdem der Akademie Proben anderer Versuche wirklich vorgelegt worden, so scheinen

sie zu unvollkommen oder zu sehr im Kleinen angestellt gewesen zu seyn, und dem Endzwecke der Frage nicht entsprochen zu haben, daß nämlich alles schwere Glas, welches die französischen Optiker bedürfen, hinfüro in Frankreich selbst gefertigt werden könne, so daß man des Auslandes hierin nicht bedürfe. Die Sache ist freilich nicht leicht auszuführen; denn nur Vorsteher großer Glashütten können sich mit einiger Hoffnung von Erfolg auf diese feine und schwierige Untersuchung einlassen, und sie haben nicht die Aussicht, selbst dann, wenn es ihnen glücken sollte, ein schweres, geblasenes, hinlänglich fehlerloses Glas aufzufinden, durch den Verkauf desselben an optische Instrumentenmacher, die außerordentlich großen Kosten gedeckt zu sehen, welche unvermeidlich sind, wenn der verlangte Grad von Vollkommenheit erreicht werden soll. Diese Betrachtung mag hinreichen, darauf aufmerksam zu machen, daß man bloße Versuche im Kleinen nicht mit Arbeiten zusammenstellen darf, welche bestimmt sind, einem wichtigen Zweige der Industrie und des Handels ein neues Leben zu geben.

Herr Dufougerais, Manufakturist S. M. des Kaisers und Königs, hatte sich schon dadurch vortheilhaft ausgezeichnet, daß die Manufaktur von Krytallglas von Mont Cenis unter ihm sich außerordentlich gehoben, und daß er es glücklich dahin gebracht hat, daß man die Produkte seiner Industrie allgemein dem böhmischen und

dem englischen Kryſtallglase vorzieht, obgleich er dabei mit den größten und abſchreckendſten Vorurtheilen zu kämpfen hatte. Das Inſtitut, deſſen Aufmerkſamkeit er ſchon dadurch auf ſich gezogen hatte, ſieht mit wahrer Genugthuung das neue Produkt, welches dieſer geſchickte, und für die Fortſchritte ſeiner Kunſt eifrige Manufakturist zu Stande gebracht hat. Es beſteht in 600 Kilogrammes (1225 Pfund) eines Glases, das ſchwerer als Flintglas, und in 2 Kilogrammes ſchweren Stücken *) geblaſen iſt. Schon ſind davon 300 Kilogrammes an die geſchickteſten Optiker verkauft, und das übrige wird es ebenfalls bald ſeyn; der Verkaufspreis deckt jedoch die Kapitalien nicht, welche der Verfertiger für einen Gegenſtand von dieſer Wichtigkeit und Nützlichkeit bis jetzt aufgeopfert hat **).

*) *En manchons du poids de 2 Kilogrammes, de 9000 millimètres d'épaisseur et de 270 centimètres de hauteur;* durch Druckfehler offenbar entſtellte Zahlen, die ich nicht zu berichtigen weis. Gilbert.

**) Der Vorgänger des Herrn Dufougerais in der Verwaltung der Kryſtallglas-Fabrik am Mont Cenis, Namens Lambert, hat über das *Flintglas der Engländer* und über das *ſchwere Kryſtallglas* der Fabrik vom Mont Cenis einen von ihm an Herrn Hachette geſchriebenen Brief bekannt gemacht, aus dem ich hier die Hauptſache aushebe. Manches darin iſt etwas dunkel, doch glaube ich, den rechten Sinn nicht verfehlt zu haben.

„Die Engländer nahmen nur anfangs Feuerſteine zu dem Flintglase; jetzt dient ihnen dazu ein Sand von der Inſel Whigt; 100 Pfund deſſelben werden mit 75 Pfund Mennige zuſammen geſchmolzen. Der Sand der franzöſiſchen Fabrik iſt minder ſchmelzbar, erfordert daher

Wir wenden uns nun zu der Natur und den Eigenschaften dieses schweren Glases, welche wir dem Auftrage des Instituts gemäß untersucht haben.

mehr Blei, und giebt ein schwereres Glas; doch muß es mehr Hitze erhalten, wenn man Streifen und Röhrchen vermeiden will. Es ist ein Irrthum, wenn man glaubt, Flintglas werde ausdrücklich und besonders verfertigt; es ist nichts anders als ein Produkt, das bei dem guten Kry stallglase und mit demselben entsteht. Die Häfen enthalten 400 bis 500 Pfund Fritte, und bleiben 2 Tage lang im Schmelzfeuer. Ist der Ofen während dieser Zeit beständig recht heiß gegangen, (welches, besonders bei Nord-Nord-Ost-Wind, nicht immer der Fall ist) so verbraucht man nur den obern Theil der geschmolzenen Masse zu gewöhnlichen Glasgefäßen; der in der Mitte befindliche Theil der Masse wird zu einem Cylinder geblasen, dann auf einer Eisenplatte ausgestreckt und gekühlt, und dieses ist das Flintglas. Was im Tiegel zu unterst ist, wird wiederum zu gewöhnlichen Gefäßen verblasen. Dieses, setzt Hr. Lambert hinzu, ist das Verfahren, wie ich es in England gesehen habe."

„Herr Lambert hat bei seinem Abgange von der Fabrik am Mont Cenis den Deputirten der Compagnie, wie er sagt, 5 Mischungs-Verhältnisse zu Kry stallglas hinterlassen. Eins davon betraf die Benutzung des Kry stallglases, das an den eisernen Röhren hängen bleibt, mit denen man die Masse aus den Häfen nimmt. Das Eisen-oxyd, welches sich an das Glas hängt, erfordert noch einen Zusatz von Mennige, und dadurch giebt dieses die schwerste Sorte des Kry stallglases, die aber wegen des Eisens eine unangenehme Farbe hat. Herr Lambert schließt daraus, das schwere Kry stallglas des Hrn. Dufougerais, das eben diese grünliche Farbe habe, sey auf diese Art bereitet. Wenn man statt des Röhrenglases reines Kry stallglas nimmt, so lasse sich die grüne Farbe vermeiden. „Ich bin,“ fügt er hinzu, „gegenwärtig bloß mit der Verfertigung meines Emails beschäftigt; sobald indeß mein Ofen im Gang seyn wird (ein Feuer dauert 3 Monathe), werde ich Ihnen eine Probe von mir bereiteten Flintglases vorlegen; Sie werden sich überzeugen

Zuerst müssen wir bemerken, daß die geschicktesten Verfertiger optischer Instrumente mit den Eigenschaften dieses Glases, aus dem sie sehen

können, daß es alle Vorzüge des englischen, dabei aber eine noch größere Schwere hat."

So weit Herr Lambert. Die Versuche des Professor Zeiher zu Petersburg mit Glasarten, welche aus Mennige und feingemahltem Kiesel nach verschiedenen Verhältnissen durch Schmelzung erhalten wurden, und die bald nach der Erfindung der achromatischen Fernröhre das erste Licht über die Natur des englischen Flintglases verbreiteten, stimmen mit diesen Aussagen des Herrn Lambert über das Flintglas ganz gut überein. Bei dem unter I. stehenden Mischungs-Verhältnisse von Kiesel und Mennige entstand ein Glas, dessen mittlern Brechungs-Exponenten die Zahlen unter II., und dessen Zerstreuungs-Vermögen die Zahlen unter III. angeben, das Zerstreuungs-Vermögen des Crownglases 1 gesetzt.

I. $1:3$; $1:2$; $1:2$; $1:1$; $1:2$; $1:3$

II. 1,664; 1,724; 1,732; 1,737; 1,830; 2,028

III. 1,354; 1,860; 2,207; 3,259; 3,550; 4,800.

Nach den Messungen Wollaston's (in der Abhandlung, welche man in B. I. der *Neuen Folge dieser Annalen*, S. 235. findet,) ist das Brechungs-Verhältniß aus Luft in Glas, welches aus 6 Th. Mennige und 1 Th. Sand geschmolzen ist, $= 1,987:1$, und aus Luft in Flintglas $= 1,583$ oder $1,586:1$; Zeiher's Zahlen unter II. sind daher allesammt viel zu hoch. Daß sehr bleireiches Krytallglas im Hasen unten dichter als oben ist, bemerkte auch schon Rochon. Er schreibt eine der Haupt-Unvollkommenheiten des Flintglases dem Umstande zu, daß der Glasbläser nicht mit einem Mahle hinlänglich dicke Tafeln blasen könne, sondern die geblasene Masse wiederholt wieder in die Fritte eintauche. Dadurch entstehen Lagen, die häufig von verschiedener Dichtigkeit sind, und sich selten vollkommen vereinigen, sondern Furchen oder Röhren und Runzeln zwischen sich haben, welche solche Stellen zum optischen Gebrauche untüchtig machen.

Gilbert.

eine große Menge achromatischer Fernröhre gemacht haben, vollkommen zufrieden sind. Wir theilen dem Institute einen Brief mit, den Herr Dufougerais hierüber vom Herrn de Fréminville erhalten hat, Oberingenieur der Brücken und Chaussées, welcher beauftragt ist, den Telegraphen und der Marine die achromatischen Fernröhre zu liefern, welche zum Beobachten der Signale nöthig sind: „Auf das Ungefähr aus ihrem Magazine genommene Stücke (*parties de signaux*), die den nöthigen Operationen unterworfen wurden, um dann zum optischen Gebrauche angewendet zu werden, haben mir Objective gegeben, welche sich mit den besten aus Dollond's Fabrik von gleichen Dimensionen vergleichen lassen. Sie haben also, und es macht mir Vergnügen, dieses allgemein bekannt zu machen, den höchsten Grad von Vollkommenheit erreicht, den Frankreich den englischen Manufakturen beneiden konnte in Betreff des Handels sowohl als der Künste, da Ihr Krytallglas Schönheit und Brauchbarkeit mit Wohlfeilheit des Preises verbindet.“ Dieses unparteiische Zeugniß eines Mannes, der in der Praxis mit optischen Instrumenten sehr gewiegt ist, darf um so weniger unbekannt bleiben, als Ihre Commissaire sich überzeugt haben, daß Hr. Dufougerais ein solches Lob verdient.

Sein schweres Krytallglas übertrifft das Flintglas an spezifischem Gewichte. Einer unter uns

hat das specifische Gewicht desselben mit einer hydrostatischen Wage sorgfältig bestimmt, und es 3,588 gefunden; die eigenthümliche Schwere des schwersten Flintglases beträgt nur 3,329.

Soll zu einem Prisma aus Kry stallglas des Hrn. Dufougerais; dessen brechender Winkel 2° ist, aus gewöhnlichem Glase (z. B. aus geblasenem Cherbourger Glase, welches von dem Crown nur wenig abweicht) ein Prisma geschliffen werden, welches, wenn man es an jenes legt, alle Färbung der Gegenstände aufhebt, so muß der brechende Winkel dieses letzten Prisma 18° seyn. Es verhält sich folglich, nach wiederholten Versuchen eines Ihrer Commissaire, das Zerstreungs-Vermögen des Kry stallglases des Hrn. Dufougerais zu dem des schwersten Flintglases, wie 36 zu 30. Auch die mittlere Strahlenbrechung ist in demselben stärker, nämlich 164, während die im Flintglase nur auf 160 steigt.

Wir haben aus diesem schweren Glase eine Linse von 16 Centimeter (6 Zoll) Brennweite schleifen lassen, und wir können dem Institute melden, daß eine genaue Prüfung derselben uns überzeugt, daß Frankreich von jetzt an keines Flintglases mehr bedarf zur Verfertigung guter achromatischer Fernröhre, die der Marine und dem Geniekorps so unentbehrlich sind. Auch die Fernröhre, welche wir untersucht und mit englischen verglichen haben, sind Beweise, daß das schwere Glas des Herrn Dufougerais das Lob völlig ver-

dient, welches wir demselben geben. Man darf aber darum nicht glauben, daß es durchgängig sich eigne, daraus große Objective zu verfertigen, deren die Astronomen bei feinen Beobachtungen bedürfen; für diese muß, so wie beim Flintglase, eine Auswahl getroffen werden, damit man die Faden und Streifen vermeide, von denen geblasene Gläser höchst selten frei sind. Es würde indess für den Handel mit optischen Instrumenten nachtheilig seyn, wenn man von einer großen Masse Glases eine vielleicht chimärische Vollkommenheit fordern wollte in Beziehung auf Instrumente, die nicht häufig gebraucht werden, und deren Absatz nur gering ist, wenn sie gleich für die Astronomie von dem größten Interesse sind. Uebrigens haben wir gefunden, daß, so schwer auch das Glas des Hrn. Dufougerais ist, es doch im Ganzen weniger Fäden und Streifen hat, als das Flintglas, und daß die Klarheit und Helligkeit desselben der des englischen Glases gleich kommt, oder sie selbst noch übertrifft.

Das größte achromatische Fernrohr unter den aus Dufougerais'schem Glase verfertigten, welche wir untersucht haben, hat nur ein Objectivglas von 8 Decimeter ($2\frac{1}{2}$ Fuß) Brennweite, und hat 6 Centimeter ($2\text{ Z. } 2\frac{1}{2}\text{ L.}$) Oeffnung, und es vergrößert den Durchmesser der Gegenstände 30 Mal. Es würde mit einem astronomischen Oculare eine stärkere Vergrößerung ertragen, diese ist aber zur Beobachtung irdischer Gegenstände

von keinem Nutzen. Wir zweifeln, daß es die ganze Oeffnung hat, welche es ertragen könnte; denn wenn die Optiker Glas brauchen, das ein stärkeres Zerstreungs- Vermögen als das Straß hat, so müßten sie die gewöhnlichen Verhältnisse, nach denen sie arbeiten, mit andern vertauschen.

Hr. Nicolaus Fufs [Mitgl. der Petersburger Akademie, jetzt wirklicher Etatsrath und Ritter] hat im Jahre 1774 ein kleines Buch in französischer Sprache geschrieben, [wovon wir im Deutschen eine Uebersetzung besitzen] unter folgendem Titel: „Umständliche Anweisung, wie alle Arten von „Fernröhren in der größten möglichen Vollkom- „menheit zu verfertigen sind. Aus des ältern „Herrn Euler's Dioptrik gezogen, und für alle „Künstler in diesem Fache begreiflich gemacht, — „Aus dem Französischen übersetzt und mit eini- „gen Zusätzen vermehrt von Klügel. Leipzig „1778. 4.“ Dieses Werk sollte in den Händen aller optischen Künstler seyn; aber es ist in Frank- reich selten, da es in Petersburg erschienen ist. Die Künstler finden in dieser Anweisung die Vor- theile angegeben, die ein stärker als Flintglas zer- streuendes Glas gewährt, und die Veränderungen, welche bei Glase dieser Art in dem Bau achromati- scher Fernröhre nöthig sind *).

*) In dieser Aussage irret sich der Berichtserstatter. Allen Bestimmungen der Dimensionen achromatischer Instru- mente, welche in diesem Werke gegeben werden, liegen

Diese Untersuchungen gehören indess für die Verfertiger optischer Instrumente und sind den Arbeiten des Herrn Dufougerais fremd, welche, wie es uns scheint, in jeder Rücksicht von der Re-

die Brechungs-Verhältnisse 153 : 100 für Crownglas, und 158 : 100 für Flintglas, und ein Verhältniß der Farbenzerstreuung dieser beiden Glasarten von 2 : 3 zum Grunde. Nur als Nachtrag findet man die Dimensionen eines Einzigsten dreifachen Objectivs, welche die vortheilhaftesten sind, wenn das Brechungs-Verhältniß des Flintglases 160 : 100 ist, und wenn die Farbenzerstreuung desselben sich zu der im Crownglase wie 309 : 178 verhält. Nun aber hängt die Gestaltung der Linsen, aus denen das achromatische Objectiv zusammengesetzt werden soll, wesentlich von den Brechungs-Verhältnissen und dem Verhältniß der Farbenzerstreuung in beiden Glasarten ab. Nach d'Alembert's Berechnungen hat ein sehr kleiner Fehler in der Annahme der erstern Verhältnisse, Abweichungen der Strahlen zur Folge, welche grösser sind, als die Abweichung wegen der Kugelgestalt, die man durch das dreifache Objectiv aufzuheben sucht; und nimmt man das Zerstreungs-Verhältniß nur um $\frac{1}{15}$ irrig, so bleibt ein volles Fünftel (oder wenn das Zerstreungs-Verhältniß, wie in einigen Arten Flintglas, 32 : 10 statt 3 : 2 ist, selbst ein volles Viertel) der Abweichung zurück, welche wegen der Farbenzerstreuung in einem einfachen Objectiv, das dieselbe Brennweite als das achromatische hat, Statt haben würde. Ein Irrthum ersterer Art läßt sich durch schickliche Einrichtung der Oculare, ein Irrthum letzterer Art dadurch, daß man die Entfernung der drei Linsengläser des Objectivs verändert, oder zur Vorderlinse eine nach vorn etwas weniger oder stärker convexe Linse nimmt, zwar vermindern, doch führt dieses nicht zu der Vollkommenheit, die der Künstler erlangen kann, wenn er nach den Dimensionen arbeitet, die für seine Glasarten die vortheilhaftesten sind, des Mühseligen eines solchen Nachhelfens nicht zu gedenken. Bestimmungen der Halbmesser der Vorder- und der Hinterflächen der einzelnen Linsen des achromatischen Objectivs für verschiedene

gierung aufgemuntert und unterstützt und von dem Institute empfohlen zu werden verdienen.

Unterzeichnet. De Prony, Guyton,
Rochon.

Die Klasse genehmigt den Bericht, und tritt dem Beschlusse bei.

Délambre,
beständiger Secretair.

Brechungs-Verhältnisse und für verschiedene Zerstreuungs-Verhältnisse der beiden Glasarten, damit der Künstler zwischen Ihnen für seine Glasarten, mit denen er es gerade zu thun hat, interpoliren, und so ohne viele Rechnung der vortheilhaftesten Einrichtung sich nähern könnte, würden, wie es mir scheint, den praktischen Werth dieses schätzbaren Werkes noch um vieles erhöht haben; vielleicht auch einige Fingerzeige der Art, wie man sie bei d'Alembert findet. Dafs Hr. Prof. Klügel sich entschlossen hat, in den folgenden Aufsätzen seine Theorie eines vollkommenen Doppel-Objectivs, nochmals revidirt, so verständlich als möglich aus einander zu setzen, und dem Künstler eine lichtvolle Anleitung zu geben, wie er die Berechnung bei andern Brechungs- und Zerstreuungs-Verhältnissen einzurichten hat, — dieses wird indess praktischen Optikern vielleicht denselben, wo nicht einen noch grössern Nutzen, als Tabellen solcher Art gewähren.

Gilbert.

III.

E i n i g e

Nachrichten über achromatische Fernröhre.

In dem astronomischen Jahrbuche des Hrn. Prof. Bode in Berlin auf das Jahr 1811 findet sich ein Brief des Hrn. Prof. Benzenberg abgedruckt, datirt *Düsseldorf, d. 1. Aug. 1801.*, worin unter andern einige Nachrichten und Aeußerungen über achromatische Fernröhre vorkommen, welche hier eine Stelle verdienen, wäre es auch nur als Einleitung zu dem nächstfolgenden Aufsatze.

„Für ein achromatisches Fernrohr von 4 Zoll Oeffnung und 8 Fuß Brennweite forderte mir der Künstler Troughton in London 70 Guineen ab, und für ein 5 zölliges mit 10 Fuß Brennweite 130 Guineen *). Und dabei ist das Uebel, daß man so ein Instrument nicht vorher besehen kann; die

*) Nach den von Euler berechneten vortheilhaftesten Einrichtungen 3 facher Objective würde ein 7füßiges astronomisches Fernrohr ein Objectiv von 12,8 Zoll Oeffnung (bei 80 Zoll Brennweite) und eine 320 mahlige Vergrößerung ertragen können, und dann so viel als ein 200 Fuß langes einfaches Fernrohr leisten. Ein Objectiv von 4,8 Zoll Oeffnung brauchte nur eine Brennweite von 30 Zoll zu haben, und würde mit 2 Ocularen ein astronomisches Fernrohr von 32,2 Zoll Länge geben, das eine 120 mahlige Vergrößerung ertrüge. Das setzt aber freilich voraus, daß die beiden Glasarten, aus welchen die

Engländer schicken es nicht eher ab, als bis man sie bezahlt hat, und erhält man ein mittelmäßiges, so kann man es nicht zurück schicken. Lenoir schreibt mir von Paris, daß dort von dieser Größe jetzt keine zu haben sind. Als ich dort war, hatte sich Lerebourg auf dem *pont neuf* auf die Verfertigung großer Achromaten gelegt, und er hatte damahls ein 4 zölliges für den Kaiser gemacht, welches im *tour d'ordre* des Lagers von Boulogne aufgestellt war; sein Voratz war, eins von 6 Zoll Oeffnung zu verfertigen, diesen Voratz scheint er aber nicht ausgeführt zu haben. Die Gebrüder Neker in Paris sollen jetzt auch gute Achromaten machen; ich habe indess von ihrer Arbeit nichts gesehen, eben so wenig als von der des Hrn. Reichenbach in München."

„Bei Hrn. Repsold in Hamburg sah ich ein achromatisches Objectiv von 4 Zoll Oeffnung und 6 Fuß Brennweite, das er selbst geschliffen hatte, und das sehr gut ausgefallen war, obgleich das Flintglas Streifen hatte. In seinem 8 füssigen Mit-

dre Linfen des Objectivglases geschliffen werden, fehlerlos, und daß alle Theile den Vorschriften auf das genaueste entsprechend gearbeitet wären. — Folgende Anzeige stand in einer der letzten Nummern der Straßburger Zeitung vom vorigen Jahre (1809): „Die Einrichtung der Telegraphen von Straßburg nach Wien erforderte die Anschaffung einer großen Anzahl Ferngläser erster Qualität. Da nun jene Telegraphen nach dem Frieden eingingen, so sind diese Ferngläser um einen beträchtlich wohlfeileren Preis in Straßburg in Commission zu haben."

Gilbert.

tagsfernrohre hatte er bloß ein provisorisches Objectiv, welches indess doch die gewöhnliche 80 mahlige Vergrößerung recht gut vertrug. Dieses Mittagsfernrohr trägt einen ganzen Kreis, dessen Mikrometerfchrauben 120 Drehungen auf den Zoll haben, und der eine große Genauigkeit giebt. Bei Höhenmessungen wichen wir, Hr. Repsold und ich, nie mehr als um 2 Sekunden von einander ab, und bei geraden Aufsteigungen wich das Mittel aus den beiden äußersten Fäden nie über 0,4 Sekunden vom mittlern Faden ab. Ich schreibe diese Genauigkeit vorzüglich auf Rechnung des großen Fernrohrs, weil dadurch der Fehler, der von der Undeutlichkeit des Sehens herrührt, nahe gleich Null wird. Bei kleinern Fernröhren von 14 bis 18 Zollen, so wie sie gewöhnlich auf den Wiederholungskreisen sind, ist dieser Fehler immer viel größer, und man kann ihn nur durch die Menge der Beobachtungen aufheben."

„Herr Repsold klagt, daß die Objective, welche er nach der Klügel'schen Theorie geschliffen habe, gar keine Wirkung gethan hätten. Er sah sich endlich genöthigt, die Bogen zu suchen, nach denen die englischen Gläser geschliffen sind, und bei diesen fand er sich besser, obschon sie sehr von der Theorie abweichen. Die Tabelle, die in Gehler's Wörterbuche unter dem Artikel *Achromaten* steht, weicht auch ganz von der Theorie ab. Es ist traurig, daß unsere Künstler sich hierbei an bloße Empirik halten müssen, und es
wäre

wäre zu wünschen, daß ein großer Theoretiker sich mit einem Künstler, wie Repsold ist, verbinde, und eine solche Theorie entwickelte, welche Achromaten gäbe, die viele Vergrößerung ertragen. Alle Feinheiten der Theorie kann der Künstler, der nicht mit mathematischen Linien und Punkten arbeitet, freilich nicht darstellen, und etwas muß immer dem Glück und dem Probiren überlassen bleiben. Aber Glück und Probiren können doch wohl in viel engere Gränzen eingeschlossen werden, als sie es jetzt sind."

So weit Hr. Prof. Benzenberg.

Was die Tabelle in Gehler's Wörterbuche Th. I. S. 41. betrifft, so ist sie, wie auch dort angegeben wird, aus der Schrift des Herrn Etatsrath Fufs entlehnt. Hr. Prof. Klügel hat die Klage des geschickten Künstlers veranlaßt, sich selbst nicht bloß über seine Theorie eines vollkommenen Doppel-Objectivs, und über die Anwendung der nach ihr geführten Berechnungen in dem folgenden Aufsatze zu erklären, sondern auch eine lichtvolle Anweisung zu dieser Berechnung für Künstler hinzuzufügen. Die Maassen einiger dreyfacher Objective von vortrefflichen $5\frac{1}{2}$ füssigen Fernröhren, wie sie Dollond, der Sohn, seit 1765 verfertigte, setze ich hierher. Das Flintglas steht in der Mitte zwischen zwei biconvexen Linsen aus Kronglas, und die Halbmesser der Flächen wa-

ren, von der dem Objecte zugewendeten Seite an gerechnet, folgende: *erstens* eines Fernrohrs, welches Hr. Lalande 1768 gekauft hatte, von ungefähr 43 Zoll Brennweite und $3\frac{1}{3}$ Zoll Oeffnung: 315, 450; 235, 315; 320, 320; *zweitens* eines andern noch vorzüglicheren Fernrohrs von ungefähr 43 Zoll 5 Lin. Brennw. und $3\frac{1}{3}$ Zoll Oeffnung, das er später gekauft hatte: 315, 400; 238, 290; 316, 316 Linien. Sie vergrößerten 144 Mal, und konnten selbst eine 240 fache, ja eine 380 fache Vergrößerung ertragen; *drittens* eines Fernrohrs, von dem in den *Mém. de Paris* 1767. p. 460. die Rede ist: 311, 392; 214, 294; 294, 323 Linien.

Der Astronom der Berliner Akademie der Wissenschaften, Bernoulli, der vor einigen Jahren gestorben ist, hatte diesen Künstler (Peter Dollond) im J. 1769. in London besucht, und theilte über ihn und seine achromatische Fernröhre in seinen *astronom. Briefen* unter dem 20. Jan. d. J. einige Nachrichten mit, die ich hier ausziehe: „Man muß es bedauern, daß dieser äußerst geschickte Künstler, wie man mir versichert, nicht die theoretischen Kenntnisse seines Vaters besitzt, doch ist es zu verwundern, daß bloßes Probiren ihn so weit hat bringen können. Denn es hat allen Anschein, daß er nur von den gemeinsten optischen Regeln ausgeht, und daß er die Vorzüglichkeit seiner neuen Fernröhre größtentheils nur durch Ausprobiren (*tâtonnement*) erreicht. Man hat mir glaubhaft versichert, daß er aus beiden Glas-

arten eine große Anzahl verschiedener Linfen schleifen läßt, und so lange unter ihnen ausucht und zusammenpaßt, bis er eine Zusammensetzung trifft, die ihm genügt. Hr. Dollond selbst verhehlte es nicht, daß er fast alles durch Uebung und Probiren erhalte, als ich ihm im Namen unfres gelehrten Académicien Beguelin mehrere Fragen vorlegte, seine Annahme des Brechungs- und Zerstreuungs-Vermögens von Flint- und Kronglas, und die beiden Arten von Abweichung betreffend. Er fügte hinzu, die außerordentliche Verschiedenheit in der Masse des Glases mache, daß man keinen sonderlichen Erfolg erreiche, wenn man sich bloß nach der Theorie richten wolle." Dieser Grund und manches andere, was Hr. Bernoulli noch anführt, sieht einer bloßen Entschuldigung sehr ähnlich. Damahls hatten indeffen Clairaut und d'Alembert eben erst ihre Berechnungen der vortheilhaftesten Gestalt achromatischer Objective bekannt gemacht, und von solchen Berechnungen Gebrauch zu machen, das setzt allerdings einen Künstler voraus, der in der theoretischen Dioptrik ziemlich bewandert ist, oder unter den Augen eines Theoretikers arbeitet. Letzteres war unter andern der Fall mit dem französischen Optiker Anthéaume. Er brachte im Sept. 1763. nach Clairaut's Angaben ein achromatisches Fernrohr von 7 Fufs Brennweite zu Stande; es hatte aber nur 2½ Zoll Oeffnung, und als Beweis der Güte wird blos angegeben, daß es ein Ocular von 3 Linien Brenn-

weite ertragen, und mehr geleistet habe, als das einfache 34 füssige Fernrohr der Sternwarte. Man findet unter andern in Lalande's Astronomie Ed. 3. T. 2. §. 2304. die Maasse dieses Fernrohrs.

In Dollond's Werkstatt wurden auch vorzügliche Gregorianische Spiegelteleskope verfertigt. Folgendes sollen (1769) die Preise in London selbst gewesen seyn: ein *achromatisches Fernrohr* von 20 Zoll Länge $1\frac{3}{4}$ Pfund Sterling; von 2 Fufs Länge $2\frac{1}{10}$, und von 3 Fufs Länge $3\frac{3}{10}$ Pfd. Sterl., wobei jedoch ohne allen Zweifel ein Irrthum Statt findet. — Ein *Taschen-Spiegel-Teleskop* kostete $2\frac{2}{10}$ Pfd., und Spiegel-Teleskope von 14 Zoll Länge $5\frac{1}{2}$, von 18 Zoll Länge $7\frac{7}{10}$, von 2 Fufs Länge $10\frac{1}{2}$, und wenn es mit einem Auffucher und mit gezähnten Rädern versehen war, $16\frac{1}{4}$ Pfd. Sterl. Ein *einfaches Fernrohr* von 3 Fufs Länge mit 6 Gläsern kostete $1\frac{1}{10}$, und von 4 Fufs Länge $1\frac{1}{2}$ Pfd. Sterl. Im October 1800. boten die Affichen in Paris ein von Dollond gefertigtes *achromatisches Fernrohr*, mit dem man 2 Miriameter ($2\frac{1}{2}$ deutsche Meile) weit eine Person ohne Mühe sollte erkennen können, für 250 Francs feil; es hatte 600 Francs gekostet.

IV.

ANGABE

eines möglichst vollkommen achromatischen Doppel-Objectivs, und über die Anwendbarkeit dieser und ähnlicher Berechnungen für Künstler zur Verrfertigung achromatischer Fernröhre,

von dem

Professur KLÜGEL in Halle.

Dafs Hr. Repsold die achromatischen Objective, welche er nach meiner oder der Euler'schen Theorie geschliffen hat, gar keine Wirkung gethan haben, ist mir unangenehm, aber doch leicht erklärbar. Die dioptrischen Rechnungen geben, bei geringen Unterschieden, in den Annahmen der Brechungs- und Zerstreuungs-Verhältnisse der Strahlen, merklich verschiedene Resultate. In einem Doppel-Objective geschehen vier Brechungen, wobei die Abweichung des Erfolgs von der Rechnung in einer Brechung die in der folgenden merklich vergrößern kann. Daher wird es nöthig seyn, die Beschaffenheit der Glasarten, welche der Künstler bearbeitet, genau zu kennen, um die Rechnung derselben gemäß besonders einzurichten, und dieses sowohl für die mittlern, als für die am wenigsten und am meisten brechbaren Strahlen; oder der Rechner muß sowohl das mittlere Brechungs-

Verhältnifs, als das Zerstreungs-Verhältnifs möglichst genau kennen.

Die dioptrischen Rechnungen selbst haben zweitens ihre eigne Schwierigkeit, weil das unveränderliche Verhältnifs der Brechung gleichartiger Strahlen nicht das Verhältnifs der Winkel, sondern ihrer Sinus ist. Bei einzelnen Gläsern mag man jenes oder ein dem Verhältniffe der Sinus sich näherndes nehmen; allein bei einem zusammengefügten Objectiv können durch abgekürzte Rechnungsformeln beträchtliche Abweichungen entstehen, sowohl in den Vereinigungsweiten der gebrochenen Strahlen, als noch mehr in den Einfall- und Brechungswinkeln, besonders der nahe bei dem Rande durchgehenden. Auch die Dicke der Linsen ist mit in Rechnung zu ziehen, welches aber auf eine allgemeine Art nicht ohne grofse Weitläufigkeit geschehen kann. Darum ist es am sichersten, für jede gegebenen Glasarten die Rechnung besonders anzustellen, und die Strahlen durch alle Brechungen hin genau zu verfolgen, um sich zu versichern, dafs alle Abweichungen, sowohl der gleichartigen als der ungleichartigen Strahlen, gehoben sind.

Ein Beispiel dieser Rechnung habe ich in dem XIII. Bande der Abhandlungen der Göttingischen Societät der Wissenschaften geliefert, worin ich zugleich einige allgemeine Bestimmungen zur vortheilhaftesten und sichersten Einrichtung der Doppel-Objective gegeben habe. Ein Auszug aus die-

fer Abhandlung ist in dem Hindenburgischen Archive der reinen und angewandten Mathematik II. Band. 6. Heft. S. 141 ff. enthalten.

Ich fand durch trigonometrische Rechnung, daß in dem von mir nach Euler bestimmten Doppel-Objective, woran die Vorderlinse gleichseitig ist, die Vereinigungsweite der mit der Axe parallel, in einem Abstände von 10° , auffallenden Strahlen von der Vereinigungsweite der ihnen gleichartigen, in der Axe selbst oder ihr höchst nahe liegenden Strahlen, nach allen vier Brechungen beträchtlich abweicht. Sie ist um $\frac{1}{29}$ der letztern größer. Man mag zwar durch Verminderung der Oeffnung des Objectivs etwas helfen; allein diese Zerstreuung selbst der gleichartigen Strahlen muß, wo möglich, ganz gehoben werden. In einer gleichseitigen Vorderlinse ist der Einfall- und Brechungswinkel an der Hinterfläche zu groß. Am besten wird es seyn, die Halbmesser ihrer Flächen so zu bestimmen, daß die Winkel des auffallenden und des ausfahrenden Strahls mit den Halbmessern sich einander nahe gleich seyn. Dadurch werden die Winkelabweichungen der Randstrahlen auf beiden Seiten zusammengekommen ein Kleinfestes. Die Längenabweichung auf der Axe durch das erste Glas wird zwar alsdann nicht ein Kleinfestes; allein an einer Vergrößerung der Längenabweichung ist weniger gelegen, als an einer Vergrößerung der Winkelabweichung, die zu ihrer Hebung wieder einen größern Einfallswinkel an der

dritten brechenden Fläche erfordert. Die Winkelabweichung ist dem Auge eigentlich empfindbar, die Zerstreuung längs der Axe wenig oder gar nicht.

Ich habe für den Fall, da der Einfallswinkel der auffallenden Strahlen an einer Linse dem Brechungswinkel der ausfallenden gleich ist, zwei Formeln zur Bestimmung der Halbmesser ihrer Flächen gesucht, wodurch diese Gleichheit nahe erreicht wird. Die Brennweite eines auf beiden Seiten convexen Glases sey p , das Brechungsverhältniß $n:1$, der Halbmesser der Vorderfläche f , der Hinterfläche g , so ist

$$f = \frac{2(n-1)}{n} p ; \quad g = \frac{2(n-1)}{2-n} p.$$

Z. B. wenn $n=1,53$, so ist $f:g=47:153$.

Die Abweichung der Randstrahlen bei der Brechung durch die erste Linse muß durch die Abweichung bei der dritten Brechung gehoben werden, so daß bei dieser gar keine, oder nur eine sehr geringe bleibe. Die Abweichung bei der dritten Brechung entsteht theils von der Abweichung bei den beiden vorhergehenden, theils bei dieser unmittelbar. Ich habe eine Gleichung für die Vereinigungsweite der gleichartigen Strahlen bei der dritten Brechung gesucht, bei welcher die Abweichung verschwindet. Die Gleichung ist freilich eine cubische, daher nicht ganz leicht aufzulösen. Da eine cubische Gleichung wenigstens eine mögliche Wurzel hat, so erhellt, daß die gemachte Forderung sich erfüllen läßt. Die Vereinigungs-

weite der gebrochenen Strahlen, und die schon bekannte der auffallenden, bestimmen den Halbmesser der brechenden Fläche, oder der Vorderfläche der Concaulinse.

Die Zerstreuung der ungleichartigen Strahlen muß nun durch die vierte brechende Fläche gehoben werden. Zu dem Ende berechne man den Weg der am meisten und der am wenigsten brechbaren Strahlen durch die drei ersten Brechungen, ohne die Abweichung wegen der Kugelgestalt, d. i., ohne diejenige, die von dem Unterschiede des Verhältnisses der Winkel und ihrer Sinus entsteht. Die Vereinigungsweiten dieser Strahlen, von der vierten brechenden Fläche an gerechnet, geben, mittelst des noch unbekannten Halbmessers derselben, die Vereinigungsweite der durch sie gebrochenen. Diese muß für beide Arten von Strahlen dieselbe seyn. Dadurch erhält man eine Gleichung für den Halbmesser der vierten Fläche. Solchergehalt ist das ganze Doppel-Objectiv bestimmt, so daß beide Arten der Zerstreuung gehoben sind. Die Randstrahlen werden zwar an der vierten Fläche noch eine geringe Zerstreuung der ersten Art, wegen des Unterschiedes zwischen dem Verhältnisse der Winkel und ihrer Sinus, leiden; allein diese kann nur ganz unbedeutend seyn, da hier nur sehr kleine Einfalls- und Brechungswinkel vorkommen. Die Trennung beider Geschäfte, die Zerstreuung der einen und der andern Art zu heben, erleichtert ihre Ausführung gar sehr. Für die am stärksten

und am schwächsten brechbaren Strahlen wird zwar, wegen des für sie abweichenden Werthes der Exponenten n und n' , die Zerstreuung der ersten Art, nach den drei ersten Brechungen, nicht ganz gehoben; dieses läßt sich nicht vermeiden, wird aber doch möglichst geringe seyn, wenn die Zerstreuung der Strahlen von mittlerer Brechbarkeit gehoben ist. Da die um die Mitte des Objectivs auffallenden Strahlen bei weitem die wichtigsten sind, so ist der Halbmesser der vierten Fläche so bestimmt, daß bei diesen Strahlen keine Farbenzerstreuung Statt finde, besonders da man nicht weiß, ob nicht wegen der Abweichung des Künstlers von den Vorschriften, oder wegen der Beschaffenheit der angewandten Glasarten, eine Zerstreuung der ungleichartigen Strahlen Statt haben möge.

In der oben angeführten Abhandlung habe ich, anstatt der zuerst mit Euler angenommenen Brechungs-Verhältnisse, die von Beguelin in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften für das J. 1762. angegebenen zur Berechnung des Doppel-Objectivs gebraucht, weil sie mir genauer schienen. Sie werden freilich für jede Glasart, die ein Künstler anwendet, ein wenig anders ausfallen. Beguelin fand das Brechungs-Verhältniß

in Kronglas für die violetten Strahlen 1,53761:1

für die mittlern 1,53175:1

für die rothen 1,52588:1;

in Flintglas für die violetten Strahlen 1,59058:1
 für die mittlern 1,58121:1
 für die rothen 1,57184:1.

Für diese Verhältniffe habe ich, auf dem beschriebenen Wege, folgende Maassen zu einem vollkommenen Doppel-Objective gefunden.

Die Brennweite desselben, von der letzten brechenden Fläche an gerechnet, sey = 10000, so sind

die Brennweiten der Gläser:

I. 3119 $\frac{1}{2}$. II. 4390.

Die Halbmesser der brechenden Flächen:

I. 2166. II. 7085. III. 4632 $\frac{1}{2}$. IV. 5681.

Dicke der Convexlinse = 78. Dicke der Concavlinse = 31. Abstand der innern Flächen beider Gläser = 31. Ganze Oeffnung der Convexlinse = 1003.

Die bei diesem Objectiv vorhandenen Einfallswinkel und Brechungswinkel sind in folgender Tabelle enthalten:

Brechung	Einfallswinkel			Brechungswinkel.		
I.	10°	0'	0''	6°	30'	34''
II.	6	30	58	10	0	37
III.	11	34	31	7	17	26
IV.	1	0	52	1	36	15

In dem von mir zuerst berechneten Doppel-Objectiv, woran die Vorderlinse gleichzeitig ist, hält der zweite Brechungswinkel 20° 48'; der dritte Einfallswinkel 22° 7'; der letzte Brechungswinkel 2° 30'.

Ob die Dicke der Convexlinse für große Brennweiten nicht zu groß angenommen seyn, muß ich der Ausführung überlassen. Es wird nöthigenfalls nicht nachtheilig seyn, die Dicke des Glases etwas wenigens kleiner zu machen, weil bei einer geringen Veränderung in der Lage der brechenden Fläche die Vereinigungspunkte der ungleichartigen Strahlen fast auf dieselbe Art verrückt werden. Das Intervall der beiden Gläser ist von mir größer gesetzt, als es nöthig gewesen wäre, um sie, wenn es nöthig seyn sollte, ein wenigens näher an einander stellen zu können. Die allgemeine Rechnung zeigt, mit Weglassung der Dicke der Gläser, daß eine Veränderung in dem Brechungs- und Zerstreuungs-Verhältnisse durch eine Veränderung des Intervalls der Gläser wieder vergütet werden könne, so daß die Brennweite des Concavglases für die mittlern Strahlen dieselbe bleibe. Sollte ein Künstler irgend einige Schwierigkeiten bei meinen Angaben finden, so bin ich gern erbötig, dessen Bemerkungen und Erfahrungen zu einer neuen Berechnung anzuwenden.

Das von mir gebrauchte Verfahren weicht ganz von dem ab, dessen sich Jeaurat in den Memoiren der Pariser Akademie für 1770 bedient hat. Er hat hier Tafeln zur Verfertigung nicht allein gedoppelter und dreifacher, sondern auch vier- und fünffacher Objective geliefert. Eine Art feines Doppel-Objectivs besteht aus einer gleichseitig convexen Linse von venetianischem Glase, und einer Concaylinse von Flintglas. Die Halbmesser

der ersten drei brechenden Flächen sind sich gleich, der Halbmesser der vierten Fläche ist relativ beträchtlich groß. Die andere Art besteht aus einem convex-concaven Vorderglase von Flintglas, und einem convexen Hinterglase von venetianischem Glase. Die Halbmesser der innern brechenden Flächen sind sich gleich, und die der äußern sind sich auch gleich, und viel größer als jene. Bei den andern Zusammensetzungen aus abwechselnden Linsen von den beiden Glasarten sind eben so die Halbmesser aller innern Flächen sich gleich, und die der beiden äußern gleichfalls. Die Winkel, welche die Halbmesser an den Brechungspunkten eines bestimmten Strahls mit der Axe machen, werden für die innern brechenden Flächen einander gleich genommen, und der Halbmesser der letzten Fläche wird so bestimmt, daß der Winkel des zu dem Brechungspunkte gehörigen Halbmessers mit der Axe dem Winkel des Halbmessers der ersten Fläche mit der Axe ebenfalls gleich wird, und zugleich so, daß die ungleichartigen Strahlen sich parallel werden. Jeaurat vernachlässigt die Hebung der Abweichung wegen der Kugelgestalt gänzlich, d. i., die Abweichung der Strahlen, die an dem Rande durchgehen, von denen, die auf die Mitte des Objectivs fallen. Er befriedigt sich damit, daß die Abweichung an einer Linse durch die an der folgenden, wegen ihrer entgegengesetzten Brennweiten, vermindert wird.

Die Beobachtungen, welche Jeaurat über die Brechungs-Verhältnisse an dem venetianischen

und dem Flintglase angestellt hat, sind merkwürdig. Es ward von jeder dieser Glasarten ein halbes Convexglas aus derselben Schale geschliffen; beide wurden zu einem zweitheiligen ganzen Glase verbunden; das Bild der Sonne durch die eine Hälfte, indem die andere bedeckt war, ward auf einem matten Glase aufgefangen. Der Abstand des Bildes von dem Glase gab die Brennweite der mittlern Strahlen. Die Brennweiten der rothen und violetten Strahlen zu erhalten, ward ein rothes und violettes ebenes Glas nahe vor das Bild der Sonne gestellt. Aus den Brennweiten ergeben sich die Brechungs-Verhältnisse.

An dem venetianischen Glase, wovon der Cubikzoll 950 Gran wiegt, ist

das Brechungs-Verhältn.	der rothen Strahlen	1,5258:1
— — —	der mittlern	1,5298:1
— — —	der violetten	1,5433:1.

An dem englischen KrySTALL- oder Flintglase, wovon der Cubikzoll 1215 Gran wiegt, ist

das Brechungs-Verhältn.	der rothen Strahlen	1,5920:1
— — —	der mittlern	1,5973:1
— — —	der violetten	1,6229:1.

Das Zerstreuungs-Verhältniß ist 175:309.

Für die Strahlen, die hier die mittlern genannt werden, fällt das Brechungs-Verhältniß viel näher an das für die rothen. Es sind eigentlich diejenigen, deren Brechungs-Verhältniß aus dem Abstände des Bildes durch die vereinten ungleichartigen Strahlen geschlossen ist.

Die Berechnung eines *dreifachen Objectivs* ohne alle Zerftreuung ist sehr mühsam. Die Ausführung ist mislich, da, wegen der Beschaffenheit der Glasarten und der Abweichung von der Vorschrift bei der Ausarbeitung, die Fehler bei drei Gläsern sich weit mehr häufen können, als bei zweien. Ein vollkommenes Doppel-Objectiv hat den Vorzug der größern Helligkeit des Bildes. Gestattet das dreifache Objectiv einen größern Halbmesser der ersten brechenden Fläche, ohne die Einfalls- und Brechungswinkel nachtheilig groß zu machen, so kann es dadurch in Absicht auf Helligkeit dem Doppel-Objectiv gleich kommen, oder gar es übertreffen. Sonst ist der Vortheil, daß die Gläser des dreifachen Objectivs größere Brennweiten haben, nur alsdann erheblich, wenn die Abweichung wegen der Kugelgestalt nicht gehoben ist. Bei großen Brennweiten des Doppel-Objectivs darf man auch den Halbmesser der Vorderfläche des Convexglases in Beziehung auf den Halbmesser der Hinterfläche größer machen, als bei dem berechneten geschehen ist, da in diesem Falle die Einfalls- und Brechungswinkel am Rande nur mäßig sind. Darin hat das dreifache Objectiv einen eignen Vorzug, daß die ungleichartigen Strahlen, die von dem Rande des Object's durch die Mitte des ersten Glases gehen, durch die zwei andern sich parallel gemacht werden können, so daß auch in Absicht auf diese die Farbenzerftreuung unmerklich wird.

V.

WEITERE ENTWICKELUNG

*der Angabe eines vollkommenen Doppel-Objectivs
in dem vorhergehenden Aufsatze,*

von dem

Professur KLÜGEL in Halle.

1. Da die dioptrischen Rechnungen nur Wenigen geläufig seyn mögen, so folgt hier eine Uebersicht der zur Bestimmung eines vollkommenen Doppel-Objectivs dienenden Formeln, mit der Angabe aller einzelnen Längen und Winkel, welche aus gewissen bestimmten Annahmen folgen, um den ganzen Weg der Strahlen deutlichst übersehen zu lassen und anschaulich zu machen.

2. In Fig. 2. Taf. IV. ist die Brechung eines Lichtstrahls durch eine Doppel-Linse dargestellt. *PP* ist die convexe Linse von Kronglas oder einer ähnlichen Gattung, *QQ* die concave von Flintglas oder einer verwandten Gattung, woran die Brechung stärker ist, als an jener. Die Mittelpunkte der sphärischen Flächen, *PAP*, *PBP*, *QCQ*, *QDQ*, sind *K*, *L*, *M*, *N*. Die gerade Linie, auf welcher sie liegen, ist die Axe der Doppel-Linse. Ein Strahl *de* fällt parallel mit der Axe in *e* auf, und wird hier nach *eE* gebrochen; in *f*, an der Hinterfläche der Vorderlinse, wird er nach der Richtung *fF* von dem Einfallslothe *LfI* abgelenkt, und trifft die

Hin-

Hinterlinse in g ; hier wird er in die Richtung gG nach dem Einfallslothe Mgm hin gebrochen, und wird darauf in h , wo er herausfährt, von dem Einfallslothe Nh nach der Richtung hH abgelenkt, so daß er die Axe in H schneidet. Wenn der Unterschied zwischen dem Verhältnisse der Winkel und ihrer Sinus in den Brechungs-Verhältnissen bei Seite gesetzt wird, so sind E, F, G, H die Vereinigungspunkte für alle mit dem Strahl de der Axe parallel auffallenden gleichartigen Strahlen; eigentlich aber Gränzpunkte, welchen sich die Durchschnittpunkte der gebrochenen Strahlen mit der Axe von der einen oder der andern Seite desto mehr nähern, je kleiner der Abstand de ist, in welchem ein Strahl de auffällt.

3. Die Halbmesser der brechenden Flächen seyen $KA = f$; $LB = g$; $MC = F$; $ND = G$; die Brennweite der Vorderlinse PP sey $= p$. Diese ist von einem gewissen Punkte nahe in der Mitte zwischen beiden brechenden Flächen zu nehmen. Wir wollen ihr 10000 gleiche, willkürlich grofse, Theile geben, um durch sie alle übrigen Gröfsen auszudrücken. Die Dicke der Convexlinse AB sey $= 250$; der Concavlinse $CD = 100$; der Abstand der innern Flächen $BC = 100$ solcher Theile. Das Brechungs-Verhältniß für die mittlern Strahlen in Kronglas sey $n : 1$; in Flintglas $n' : 1$. Hier wird genommen $n = 1,53175$, und $n' = 1,58121$.

4. Die dioptrischen Gleichungen sind hier von dreierlei Gattung. Die erste Gattung begreift diejenigen, welche man die rein - dioptrischen nennen möchte, zwischen den Vereinigungsweiten der auffallenden und gebrochenen Strahlen, dem Halbmesser der brechenden Fläche und dem Exponenten des Brechungs - Verhältnisses. Die zweite enthält die trigonometrisch - dioptrischen Formeln zur Bestimmung der Lage eines von den Vereinigungspunkten (den Gränzpunkten) abweichenden Strahls. Die dritte Gattung enthält drei Gleichungen, welche der von mir vorgetragenen Theorie eines vollkommenen Doppel - Objectives eigen sind.

5. Die Gleichungen der ersten Klasse sind:

$$1) \quad AE = \frac{nf}{n-1}.$$

$$2) \quad \frac{g}{Bf} = \frac{ng}{BE} + n - 1.$$

$$3) \quad \frac{F}{CG} = \frac{F}{n' \cdot CF} - \frac{n' - 1}{n'}.$$

$$4) \quad \frac{G}{DH} = \frac{n' \cdot G}{DG} - (n' - 1).$$

6. Diese Gleichungen oder Formeln geben eine Vereinigungsweite nach der andern, so fern auf die Abweichung der Winkel von dem Verhältnisse ihrer Sinus nicht gesehen wird, nachdem die Halbmesser der Flächen und die Dicken der Linsen mit dem Abstände derselben bestimmt worden sind. Sie sind eigentlich nur Abänderungen eine von der andern, zufolge der Lage des Halbmessers und der Vereinigungsweiten. Den Formeln ist hier eine solche Gestalt gegeben, in welcher

sie der Anwendung der logarithmischen Rechnung am fähigsten sind.

7. Wird aber *zweitens* das genaue Verhältniß der Brechung beobachtet, so nimmt die Rechnung folgenden Gang.

$$\text{I.} \quad \sin. KeE = \frac{\sin. ked}{n};$$

$$E = ked - KeE;$$

$$\sin. E : \sin. KeE = Ke : KE = KA : KE;$$

$$LE = KE + KA + LB - AB.$$

$$\text{II.} \quad Lf : LE = \sin. E : \sin. l f E;$$

$$\sin. l f F = n. \sin. l f E;$$

$$F = E + l f F - l f E;$$

$$\sin. F : \sin. l f F = Lf : LF = LB : LF;$$

$$MF = LF - LB + MC - BC.$$

$$\text{III.} \quad Mg : MF = \sin. F : \sin. mgF;$$

$$\sin. mgG = \frac{1}{n} \sin. mgF;$$

$$G = F - (mgF - mgG);$$

$$\sin. G : \sin. mgG = Mg : MG = MC : MG;$$

$$NG = MG - MC - ND - CD.$$

$$\text{IV.} \quad Nh : NG = \sin. G : \sin. NhG;$$

$$\sin. NhH = n'. \sin. NhG;$$

$$H = G - (NhH - NhG);$$

$$\sin. H : \sin. NhH = Nh : NH = ND : NH.$$

Hieraus ergibt sich die letzte Vereinigungsweite des abweichenden Strahls hH , von der Hinterfläche der Concavlinse an genommen,

$$DH = ND + NH.$$

Der Unterschied dieser Länge von derjenigen,

welche die Formel 4. in §. 5. giebt, ist die Abweichung wegen des Unterschiedes zwischen dem Verhältniſſe zweier Winkel und ihrer Sinus, oder kürzer, die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt an dem Doppel-Objective.

8. Die *Gleichungen der dritten Klaſſe* bilden die von mir angegebene Theorie vollkommener Doppel-Objective. Zwei, zu einander gehörige, enthalten die Beſtimmung der Vorderlinſe, nämlich der Halbmesser ihrer Flächen aus der Brennweite. Die Summe der Winkelabweichungen wegen der Kugelgeſtalt an dieſer Linſe möglichſt zu vermindern, iſt es dienlich, die Winkel des auffallenden und des ausfallenden Strahls mit dem Einfallslothe einander gleich zu machen, das iſt, in Fig. 1. Taf. IV. den Winkel $dek = Ffl$ zu ſetzen. Dieſes wird ſehr nahe erhalten, wenn die Halbmesser der Flächen ſind

$$f = \frac{2(n-1)}{n} p; \quad g = \frac{2(n-1)}{2-n} p;$$

wo p die Brennweite der Linſe bedeutet, welche von der Mitte a auf AB gerechnet werden mag, da ſonſt bei der Angabe der Brennweiten die Dicke des Glaſes nicht beachtet wird.

Es iſt $f : g = 2 - n : n$, nahe wie 11 : 36, faſt genau wie 59 : 193; und $p = 10000$ geſetzt, iſt für die mittlern Strahlen,

$$f = 6943; \quad g = 22712.$$

Hieraus wird erhalten $AE = 20000$, und $BF = 9904$. Der Abſtand des Brennpunktes F von der Mitte des Glaſes iſt 10029, ſehr nahe $= p$.

9. Es mag scheinen, daß bei diesem Verhältnisse der Halbmesser gegen die Brennweite die Helligkeit leiden könnte, indem die Oeffnung nicht so groß möchte genommen werden dürfen, als es bei einem in Verhältniß gegen die Brennweite oder den Halbmesser der Hinterfläche größern Halbmesser der Vorderfläche thunlich seyn möchte. Allein bei der Hinterfläche wird dieses reichlich wieder ersetzt. Wenn die Linse gleichseitig ist, und $n = 1,53$, so gehört zu einem Einfallswinkel $dek = 10^\circ$ an der Vorderfläche ein Brechungswinkel $Efl = 20^\circ 48' 6''$ an der Hinterfläche; bei dem gefundenen Verhältnisse ein Winkel Efl sehr nahe von 10° , nicht halb so groß als jener.

10. Bei dem gewählten Verhältnisse der Halbmesser ist es vortheilhaft, daß die zweite Vereinigungsweite BF , der unmittelbar neben der Axe ihr parallel auffallenden Strahlen, sehr nahe halb so groß ist als ihre erste Vereinigungsweite AF . Die Ablenkung dieser Strahlen von ihrer ersten Richtung, nach der Axe hin, wird also in Beziehung auf die Mitte der Linse, auf beide Brechungen äußerst gleichmäßig vertheilt. Daher wird für die nach dem Rande der Linse hin auffallenden Strahlen die Abweichung von den Punkten E und F , wenn auch nicht möglichst klein, doch der kleinsten nahe seyn. Der Winkel AEe ist daher auch nahe die Hälfte von BEf , oder die Ablenkung der auffallenden Strahlen den Winkeln

nach wird auf beide Brechungen auch fast gleichmäfsig vertheilt. Wirklich ist auch, wenn man den Bogen *Ae* oder den zugehörigen Winkel $K = 10^\circ$ nimmt, der Winkel $E = 3^\circ 29' 26''$ und $F = 6^\circ 59' 5''$.

11. Die zweite Gleichung der dritten Klasse bestimmt die Vereinigungsweite *CG* der gebrochenen Strahlen nach der Brechung durch die dritte brechende Fläche so, dafs sie sowohl den unmittelbar neben der Axe, als den nach dem Rande bei *e* auffallenden Strahlen, ohne merklichen Unterschied, gemein sey. Da an der vierten brechenden Fläche die Einfalls- und Brechungs-Winkel sehr klein sind, so ist hier die Abweichung wegen der Kugelgestalt unmerklich. Das Verhältnifs der Sinus fängt von dem ihrer Winkel erst bei gröfsern Winkeln an, bedeutend abzuweichen, und dieses langsam. Bei der ersten Linse konnten wir die Abweichung der gleichartigen Strahlen von ihrem Haupt-Vereinigungspunkte nur so klein machen, als es sich ohne Nachtheil für die Helligkeit, wegen der Oeffnung des Glases, thun läfst. Wenn diese Abweichung ein Kleinstes seyn sollte, so würden die Halbmesser der Vorder- und Hinterfläche sich verhalten müssen nahe wie 1 : 7. Dennoch würde in Absicht der Abweichung sehr wenig gewonnen werden. Denn die zu einem Kleinsten oder Gröfsten gehörigen veränderlichen Gröfsen (hier das Verhältnifs der Halbmesser) pflegen sich schnell zu verändern,

indem jenes nur wenig von seiner Gränze sich entfernt. Es ist aber desto weniger nöthig, die Abweichung durch die Vorderlinse möglichst klein machen zu wollen, weil sie dienen muß, die Abweichung bei der Brechung durch die Concavlinse zu heben.

12. Die Abweichung bei der Brechung durch die Convexlinse ist subtractiv, das ist, die Vereinigungsweite BF mit der Axe ist für die um den Rand auffallenden Strahlen kleiner als für die neben der Mitte A . Hingegen ist für jene, bei der Brechung durch die concave Vorderfläche QCQ , die Vereinigungsweite CG größer, als sie es für die neben C durchgehenden ist. Daher kann die eine Abweichung durch die andere aufgehoben werden. Eine gehörige Vergleichung beider wird eine Gleichung geben, in welcher der Halbmesser der concaven Fläche als einzige unbekannte GröÙe vorkommt, die sich nun durch algebraische Auflösung der Gleichung bestimmen läßt.

13. Die allgemeine Formel für die Abweichung bei der Brechung durch ein einzelnes Glas erhält bei dem Verhältnisse der Halbmesser, welches wir für die Vorderlinse angenommen haben, eine sehr einfache Gestalt. Es sey ihre Brennweite $= p$; der Winkel AKe zu dem Einfallspunkte e eines der dem Rande nahen Strahlen de , oder der Einfalls-Winkel, werde kurz durch K bezeichnet, so ist die Abweichung von BF für einen solchen Strahl $= -\frac{1}{2}p (\sin.K)^2$. Aus dieser

Form sieht man, daß die Abweichung stärker zunimmt als der Winkel K .

14. Der nach der zweiten Brechung von dem Haupt-Vereinigungspunkte F abweichende Strahl weicht deshalb bei der dritten Brechung von dem Haupt-Vereinigungspunkte G ab, auch ohne die Abweichung, welche dieser Brechung eigen gehört, zu beachten. Die Lage des einfallenden Strahls gF kann sich nicht ändern, ohne daß sich die des gebrochenen gG änderte. Die Veränderung der Vereinigungsweite CG wird aus der von CF mittelst der dritten Gleichung in §. 5. gefunden, hier* nahe genug nach der Art, wie eine Differential-Gleichung aus einer Gleichung zwischen zwei veränderlichen Größen hergeleitet wird. Man setze $CF = a$, $CG = \delta$, nämlich für die neben der Mitte C durchgehenden Strahlen, und die Veränderung von $CF = -\Delta a$, die von $CG = -\Delta \delta$, (beide sind nämlich gleichnamig), so ist $-\Delta \delta = -\frac{\delta^2}{n'a^2} \Delta a$. Die Veränderungen der Vereinigungs-Weiten verhalten sich wie die Quadrate derselben. Der absolute Werth von Δa ist der vorher gefundene $\frac{1}{2}p (\sin. K)^2$.

15. Diese Abweichung muß nun durch die entgegengesetzte an der dritten brechenden Fläche gehoben werden. Für die darauf fallenden Strahlen, welche zunächst neben C nach F gehen, ist G der Vereinigungspunkt nach der Brechung; ein Strahl gF , der in einem entfernten

Punkte g die brechende Fläche trifft, wird aber nach einem über G hinaus liegenden Punkte der Axe hin gebrochen. Es sey der Abstand des Punktes g von der Axe $= x$, wo x nicht eine unbekannte, sondern eine unbestimmte, willkürliche Gröſſe anzeigt; die Haupt-Vereinigungsweiten $CF = a$; $CG = \delta$, so ist die Abweichung jenes Durchschnittspunktes mit der Axe von dem Haupt-Vereinigungspunkte G nahe

$$= + \frac{(n'\delta - a)(\delta - a)^2}{2(n' - 1)^2 a^3 \delta} x^2.$$

In dieser Formel für die Abweichung bei der Brechung durch die dritte Fläche wird gesetzt, daß die auffallenden Strahlen alle nach einem und demselben Punkte gehen, da hier schon eine Abweichung von dem Haupt-Vereinigungspunkte Statt hat. Hier wird aber auch die Abweichung gesucht, welche der dritten brechenden Fläche eigen ist. Wir dürfen daher den von dem Vereinigungspunkte F abweichenden Strahl ansehen, als ginge er durch F , und haben nur aus den Formeln in §. 7. I. II. den Winkel CFg zu suchen, unter welchem er die Axe schneidet. Aus diesem und aus der Vereinigungsweite CF wird der Werth von x erhalten, nämlich $x = CF \times \tan g.F$. Es ist hier nicht nöthig, den Werth der Abweichung scharf zu suchen, weil sie nur gebraucht wird, die Haupt-Vereinigungsweite CG nahe zu bestimmen.

16. Die Summe dieser Abweichung, welche der dritten Brechung eigen ist, und der Abwei-

chung, welche bloß zu den beiden ersten Brechungen gehört, nämlich $-\frac{\delta^2}{n'a^2} \Delta a$, werde $= 0$ gesetzt, so entsteht die Gleichung

$$2(n' - 1)^2 a \delta^3 + \Delta a = n'(n'\delta - a)(\delta - a)^2 x^2,$$

in welcher alles, bis auf die Vereinigungsweite δ , bekannt ist. Sie erhält eine bequemere Form,

wenn man $\frac{\delta}{a} = u$ setzt, nämlich diese,

$$2(n' - 1)^2 a u^3 \cdot \Delta a = n'(n'u - 1)(u - 1)^2 x^2.$$

Nachdem für n' , a , x , Δa ihre numerischen Werthe gesetzt sind, wird man durch einen ohngefähren Ueberschlag bald sehen, daß u nahe $2\frac{1}{2}$ seyn muß, worauf man aus dem Werthe, den die Gleichung durch diese Annahme für u erhält, den Werth von u , nach einem bekannten algebraischen Verfahren, genauer findet. Aus n ergibt sich die Vereinigungsweite $\delta = au$. Aus dieser und a (d. i. CG und CF) wird, mittelst der dritten Formel in §. 5., der Halbmesser der dritten brechenden Fläche, F , d. i., MC , gefunden. Es ist hier fürs erste keine Schärfe nöthig. Da die gebrauchten Formeln nicht vollkommen genau sind, die Wurzel der cubischen Gleichung auch noch unvollständig gefunden seyn mag, so suche man durch numerisch-trigonometrische Rechnung die noch übrige Abweichung des Strahls, und hebe diese unmittelbar durch eine Veränderung des Halbmessers MC , welches leichter geschieht, als mittelbar durch Veränderungen von u in der cubischen Gleichung.

Zufolge der gemachten Annahmen ist $CG = 25154$, und der Halbmesser der Fläche $MC = 14850$.

17. Die dritte Gleichung der dritten Klasse dient, den Halbmesser der vierten brechenden Fläche durch die Vereinigungsweiten der auffallenden Strahlen von verschiedener Brechbarkeit und die zugehörigen Brechungs-Verhältnisse zu bestimmen. In der vierten Gleichung §. 5. bleibt der erste Theil, $\frac{G}{DH}$, derselbe für ungleichartige Strahlen, wenn ihre Zerstreung gehoben ist, so daß sie in demselben Punkte H nach der Brechung zusammen kommen. Dem zweiten Theile dieser Gleichung für eine Gattung von Strahlen setze man also einen ähnlich gebildeten für eine andere Gattung gleich, so erhält man eine Gleichung für den Halbmesser der brechenden Fläche, durch welche diese ungleichartigen Strahlen nach demselben Punkte hin gebrochen werden.

18. Es seyn für die am meisten und die am wenigsten brechbaren Strahlen die Brechungs-Verhältnisse im Flintglase $m : 1$ und $\mu : 1$. Die Vereinigungsweiten derselben nach der dritten Brechung seyn a und α , der Halbmesser der vierten brechenden Fläche sey r , so ist

$$(\mu - m) a\alpha = (\mu a - m\alpha) r.$$

Die Vereinigungsweiten a , α werden mittelst der drei ersten Gleichungen in §. 5. gefunden. Für jede der beiden Gattungen von Strahlen werden

die Vereinigungsweiten AE , BF , CG berechnet, und von der letztern CG wird die Dicke der Concaulinse abgezogen, so werden a und a erhalten. Die Werthe derselben sind $a = 24999$; $a = 25110$. Daraus ergibt sich der Halbmesser der brechenden Fläche $= 18211$.

19. Diese Darstellung der Theorie eines vollkommenen Doppel-Objectivs zeigt, daß auch schon eine mäßige Bekanntschaft mit dem algebraischen und trigonometrischen Calcul hinreicht, um sie anzuwenden. Nur die cubische Gleichung, die zu der Bestimmung der dritten Vereinigungsweite gebraucht wird, möchte Schwierigkeit machen. Allein es erleichtert die Auflösung sehr, daß die in dem hier betrachteten Falle gefundene Wurzel in einem andern Falle sich nur wenig ändern wird. Die Formeln für die Halbmesser der Vorderlinse empfehle ich zur genauen Beobachtung. Die Bekanntschaft mit der logarithmischen Rechnungsart ist nothwendig, da die Logarithmen die Rechnung so sehr erleichtern, bei trigonometrischen Auflösungen vollends unentbehrlich sind.

20. Nun folgt der allgemein falsche Beweis für die Genauigkeit meiner Angabe eines Doppel-Objectivs, bei den dabei angenommenen Brechungs-Verhältnissen. Diese sind die in dem Aufsatze IV. angegebenen.

Die folgende Tafel stellt die Vereinigungsweiten der zunächst neben der Axe auffallenden Strahlen, der am meisten brechbaren, der mitt-

lern und der am wenigsten brechbaren, dar; auch die Vereinigungsweiten für die auf die Vorderfläche unter einem Winkel von 10° auffallenden Strahlen von mittlerer Brechbarkeit. Die Zerstreuung der ungleichartigen Strahlen ist ganz gehoben, so weit die Tafel die Vereinigungsweiten dartheilen sollte; die Abweichung der äussern Strahlen von mittlerer Brechbarkeit ist äusserst klein.

Vereinigungsweiten.	Am meisten brechbare.	Im Mittel brechbare.	Am wenigsten brechbare.	Abweichende mittlere.
<i>AE</i>	19858	20000	20146	19871
<i>BF</i>	9795	9904	10015	9753
<i>CG</i>	25099	25154	25210	25154
<i>DH</i>	32056	32056	32056	32053

21. Auch folgen hier die Maasse für die Halbmesser der brechenden Flächen in eben den Theilen, in welchen die Vereinigungsweiten angegeben sind, nämlich

$$KA = 6943. \quad LB = 22712.$$

$$MC = 14850. \quad ND = 18211.$$

Die Dicken der Gläser sind $AB = 250$; $CD = 100$; der Abstand $BC = 100$.

22. Den Gang der in §. 7. dargestellten Rechnung, und die wechselnden Lagen des viermahl gebrochenen Strahls mit den dabei vorkommenden Winkeln wird das folgende Beispiel deutlich übersehen lassen. Die Strahlen sind von mittlerer Brechbarkeit gesetzt.

Erster Einfallswinkel.

$$ked = K = 10^{\circ} 0' 0''$$

$$n = 1,53175$$

Brechungswinkel.

$$KeE = 6^{\circ} 30' 34''$$

$$E = ked - KeE = 3. 29. 26.$$

$$KE = 11927,96$$

$$KA = 6943,04$$

$$LB = 22712,2$$

$$-AB = -250,0$$

$$LE = 42333,2$$

Zweiter Einfallswinkel.

$$lfe = 6^{\circ} 30' 38''$$

Brechungswinkel.

$$lff = 10^{\circ} 0' 37''$$

$$L = lfe - E = 3. 1. 32.$$

$$F = lff - L = 6. 59. 5.$$

$$LF = 32465,4$$

$$-LB = -22712,2$$

$$MC = 14850,0$$

$$-BC = -100,0$$

$$MF = 24503,2$$

Dritter Einfallswinkel.

$$mgf = 11^{\circ} 34' 31''$$

$$n' = 1,58121$$

Brechungswinkel.

$$mgG = 7^{\circ} 17' 26''$$

$$M = mgf - F = 4. 35. 26.$$

$$G = mgG - M = 2. 42. 0.$$

$$MG = 40004,0$$

$$-MC = -14850,0$$

$$-ND = -18210,6$$

$$-CD = -100,0$$

$$NG = 6843,4$$

Vierter Einfallswinkel.

$$NhG = 1^{\circ} 0' 51'',6$$

Brechungswinkel.

$$NhH = 1^{\circ} 36' 14'',4$$

$$N = NhG + G = 3. 42. 51,6$$

$$H = N - NhH = 2. 6. 37,2$$

$$ND = 18210,6$$

$$NH = 13842,5$$

$$DH = 32053,1$$

23. Nach diesem Beispiele wird man sich bei andern Brechungs-Verhältnissen gut helfen kön-

nen, um die Abweichung wegen der Kugelgestalt bei der dritten Brechung zu heben, vielleicht ohne die beschwerliche cubische Gleichung zu gebrauchen. Man wird die Halbmesser der drei ersten brechenden Flächen so zu verändern suchen, daß der Werth von CG für die abweichenden Strahlen derselbe werde, wie die Vereinigungsweite CG für die neben der Axe auffallenden, so wie in der hier geführten Rechnung der Werth von CG derselbe ist mit dem von CG in der Tabelle §. 21. angegebenen. Bei der Wahl der Werthe für die Halbmesser der beiden ersten brechenden Flächen KA , LB , wird man darauf zu achten haben, daß der zweite Brechungs-Winkel lF dem ersten Einfallswinkel ked fast gleich werde, wie es in der hier angestellten Rechnung sich findet.

24. Ueber die Vorschrift, die ein Engländer zu achromatischen Ocularen gegeben hat, welche er aus zwei convexen Linsen zusammensetzen will, wie in dem folgenden Aufsatze angeführt wird, behalte ich mir einige Bemerkungen vor. Daß es nicht möglich ist, die zerstreuten farbigen Strahlen in *einen Punkt* wieder zu vereinigen, wenn nicht wenigstens eines der Gläser eine negative Brennweite hat, das ist, parallel mit der Axe auffallende Strahlen zerstreuet, ist allgemein bekannt. — In dem von mir hier berechneten achromatischen Objectiv beträgt die Brennweite der Concavlinse — 14073, da die der Convexlinse + 10000 gesetzt ist.

VI.

E i n i g e s

über achromatische Oculare zu Fernröhren.

„In einer neuen Ausgabe von Fergusson's *Vorlesungen*, welche Hr. Brewster veranstaltet hat, wird folgende Vorschrift zu achromatischen Ocularen aus zwei convexen Linsen gegeben. Die Brennweite der ersten Linse muß 3 mahl so groß als die der zweiten, und der Abstand beider $\frac{2}{3}$ der Brennweite der ersten seyn. Ich kann den Grund nicht finden, warum diese Einrichtung die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung aufheben soll, und der Verfasser giebt darüber keinen Fingerzeig. Er hält eine solche Zusammensetzung aus zwei Linsen auch für die vergrößernde Linse des Sonnen-Mikroskops für sehr vortheilhaft. Wäre dem wirklich so, warum sollte nicht dieselbe Einrichtung zu Objectiven dienlich seyn?“

Auf diese Frage, unterschrieben *Juvenis*, Juni 2. 1806, antwortete Hr. Nicholson, dem sie überschickt worden war, folgendes: „Auch er sehe nicht ein, wie durch Brechung nach einerlei Seite die Abweichung wegen der Farben anders aufzuheben sey, als durch Mittel der Art, wie sie der Dr. Blair in seinen Untersuchungen über *aplantische Fernröhre* [Annal. VI, 129.] angegeben habe, welche aber auf diesen Fall nicht paßten.“

Hr.

Hr. David Brewster A. M. sah sich durch diese Aeußerungen veranlaßt, Folgendes zu erwiedern: „Ihr Correspondent scheint zu glauben, keine Vereinigung von Linsen vermöge ein Ocular zu bilden, welches die Abweichung wegen der Farben aufhebe. In diesem Falle würde also auch die Regel, welche ich für ein aus 3 Linsen zusammen zu setzendes farbenloses Ocular gegeben habe, unrichtig seyn, und die sinnreichen Oculare, durch die Dollond und Ramsden ihren Fernröhren einen so großen Vorzug vor denen aller andern Künstler gegeben haben, würden derselben Einwendung ausgesetzt seyn. Ich könnte leicht beweisen, falls es nöthig wäre, daß ein Ocular aus 2 Linsen, deren Brennweiten sich wie 3 : 1 verhalten, und deren Abstand der Differenz ihrer Brennweiten gleich ist, die Abweichung wegen der Farben fast ganz aufhebt. Es wird indess zur Beantwortung der Frage Ihres Correspondenten, und zur Rechtfertigung meiner Regel genug seyn, die Gründe aus einander zu setzen, warum der Fehler, welcher von der verschiedenen Brechbarkeit der farbigen Lichtstrahlen herrührt, sich durch eine geschickte Zusammenstellung mehrerer Linsen, wenn sie gleich einerlei Brechungs-Vermögen und einerlei zerstreuernde Kraft haben, dennoch aufheben läßt.“

„Es möge *AB* (Fig. 3. Taf. IV.) ein achromatisches Objectiv, und *D, E* zwei convexe Linsen aus derselben Glasart vorstellen; *CDE* sey die

Axe des Fernrohrs, und RS ein Lichtstrahl, der durch den Mittelpunkt des Objectivs hindurch geht, der also, auch wenn das Objectiv einfach wäre, unzerfetzt auf das Ocular D fallen würde, weil er im Objective zwei gleiche und entgegengesetzte Brechungen leidet. Das Ocular D zerlegt diesen Strahl in farbiges Licht; das rothe Licht vereinigt in r sich später mit der Axe, als in v das violette Licht. Kommt folglich ein zweites Ocularglas E hinzu, so fallen auf die Vorderfläche desselben die violetten Strahlen in einem der Axe näher liegenden Punkte n , als die rothen Strahlen (in m) auf. Sie machen folglich bei dieser zweiten Brechung einen kleinern Einfallswinkel als die rothen, und werden nun, ungeachtet ihrer stärkern Brechbarkeit, doch weniger als diese letztern gebrochen; so daß durch diese zweite Brechung beide Strahlenarten nv' , mr' parallel werden. Auf diese Weise vernichten beide Linsen des Ocularglases vereinigt die Abweichung wegen der Farben, welche stets dem Winkel gleich ist, den die ausgehenden Strahlen mr' , nv' mit einander machen."

„Zum deutlichen Sehen mit diesem Oculare wird erfordert, daß die Strahlen auf die erste Linse desselben, D , convergirend auffallen; diese Linse muß folglich von dem Objectivgase um weniger als um dessen Brennweite abstehen. Dadurch wird das Fernrohr kürzer, als es seyn müßte, wenn man nur Eine convexe Linse zum Ocu-

lare genommen hätte. Eine diesem Oculare gleichgeltende einfache Linse, das heisst, eine convexe Linse, welche dieselbe Vergrößerung als dieses zusammengesetzte Ocular gäbe, müsste die *halbe* Brennweite der Linse *D* haben."

Schon d'Alembert hat in seinen Untersuchungen über die achromatischen Fernröhre, welche in den Schriften der Pariser Akademie auf das Jahr 1767 abgedruckt sind, gelehrt, mit achromatischen Objectiven Oculare aus zwei Linsen zu vereinigen, deren vereinte Wirkung den Theil der Abweichung wegen der Kugelgestalt, welcher in den von ihm angegebenen Objectiven noch übrig bleibt, völlig aufhebt, und bei guter Auswahl auch die wenige noch übrige Abweichung wegen der Farben zerstört. Er erwartete selbst von einfachen Ocularen, welche nach den von ihm vorgeschriebenen Dimensionen gestaltet würden, einen grossen Theil dieser vortheilhaften Wirkung.

Gilbert.

VII.

U e b e r

die Wiedererzeugung des Sauerstoffgas der
atmosphärischen Luft,

zweite Vorlesung,

gehalten in der natur-historischen Gesellschaft zu Hannover
von

G. W. MUNCKE,

Inspector am Georgianum zu Hannover.

Meine erste Vorlesung über diesen Gegenstand (*Anhal.* 1809. St. 12. oder *N. F., B.* 3. S. 428.) war historischen Inhalts; die jetzige wird von meinen eigenen Untersuchungen handeln. Die Versuche Anderer, welche ich in jener angeführt habe, die Schlüsse, die man aus ihnen gezogen hat, und das endliche Resultat derselben, waren mir mit gröfserer oder geringerer Deutlichkeit bekannt, als ich in meinem *Systeme der atomistischen Physik* auf die Wiedererzeugung des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft kam, und darüber eine Theorie aufstellte, die durch neue Versuche zu prüfen war. Diese Prüfung habe ich schon vor dem Abdrucke des Manuscripts angefangen, und bis jetzt fortgesetzt. Sie ist zwar noch nicht gänzlich vollendet, doch sind die Resultate, welche ich schon erhalten habe, zur Unterstützung der aufgestellten Theorie hinreichend,

und ich darf daher hoffen, daß sie bei aller ihrer Unvollkommenheit dennoch einen nicht unbedeutenden Beitrag zu der Erforschung der Naturoperationen liefern werden.

Ich will hier zuerst in der Kürze die Schluss-Reihe wiederholen, welche ich in meinem Systeme der atomistischen Physik aufgestellt habe. Sie ist folgende: Genaue Untersuchungen ergeben, daß das Sauerstoffgas der Atmosphäre im Allgemeinen zur Bildung von Wasser und von Kohlenäure verwendet wird, abgesehen von der viel geringeren Menge, die zur Bildung anderer Säuren und Oxyde dient. Die Menge des Wassers und der Kohlenäure vermehrt sich aber nicht auf der Erde, wie die Erfahrung lehrt; wir müssen also nach der allgemeinen Regel, von der sich stets gleichbleibende Ordnung der Dinge, annehmen, daß das Sauerstoffgas aus diesen beiden Substanzen wieder hergestellt und der Atmosphäre wieder gegeben werde. Daß nun die Kohlenäure, die immerfort in so großer Menge erzeugt wird, sich wieder mit dem Wasser verbindet, und alsdann von den Pflanzen zerlegt wird, ist aus den Versuchen Senebier's und Ingenhous's als unläugbare Thatfache erwiesen, und von ihren Gegnern nicht eigentlich widersprochen worden. Liesse sich daher erweisen, daß auch das Wasser durch die Vegetation zerlegt wird, so würden die größten Schwierigkeiten in der Beantwortung der aufgeworfenen Frage wegfallen. Haben sich indess

gleich einige wirklich auf diesen Proceß der Zerlegung des Wassers durch die Pflanzen berufen, so kam man doch endlich wieder darauf zurück, daß die Quantität des durch Vegetation entwickelten Sauerstoffgas der Consumtion desselben keinesweges gleich komme.

Bei weiterem Nachdenken über diesen Gegenstand kann ich die Genauigkeit der angestellten Versuche eben so wenig bezweifeln, als die Richtigkeit der gefällten Schlüsse läugnen. Doch schien es mir, die Produkte, die man bei der Analyse der Pflanzen erhält, seyen eben so sehr zu berücksichtigen. Die Pflanzen bestehen aus Wasserstoff, Kohlenstoff und etwas Sauerstoff, (wenn anders dieser letztere ein beständiger und nothwendiger Begleiter aller Pflanzentheile ist, und nicht vielmehr oft erst bei der Zerlegung aus dem vorhandenen Wasser gebildet wird, und an die Kohle tritt). Diese Substanzen sind nicht bloß den Vegetabilien überhaupt eigen, sondern eine übermäßige Menge vegetabilischer Körper, als die Gräser, Kräuter, Blätter der Bäume u. s. w. erneuern sich alle Jahre, und vergehen wieder, um durch die immer wechselnden Verbindungen und Trennungen zu neuen Bildungen vorbereitet zu werden. Da wir keine fortgesetzte Schöpfung aus Nichts und keine Verwandlung in Nichts gestatten können, so müssen wir, nach einem richtigen Schlusse, annehmen, daß die Bestandtheile vorher irgendwo vorhanden waren. Angenom-

men, daß aller Kohlenstoff, der den Vegetabilien in einem gegebenen Zeitraume durch Vegetation zugeführt wird, in der Erde, woraus dieselben wuchsen, vorhanden war, mit Ausnahme dessen, den sie durch die unbezweifelte Zerlegung des kohlenfauren Gas sich zueignen: so kann der Wasserstoff, den sie enthalten, aus keiner andern Substanz herrührend gedacht werden, als aus dem Wasser, welches zur Vegetation nothwendig erfordert wird, und dessen Sauerstoffgehalt dann als Gas frei werden muß. Die Menge des auf diese Art frei werdenden Sauerstoffgas würde 0,85 des durch Vegetation wirklich zerlegten Wassers abmachen. Könnten wir daher das Gewicht alles dessen, was durch Vegetation, an Blättern, Stauden, Gräsern, Kräutern, Holz u. s. w. jährlich wächst, bestimmen, und davon das abziehen, was darin an unzerlegtem Wasser, an Kohlenstoff und an Erden, Metallkalken, Alkalien u. s. w. enthalten ist; so würden wir das Gewicht des Wasserstoffs desselben, als des alleinigen noch übrigen Bestandtheils, durch diese Rechnung finden; und wird diese Zahl $\frac{5}{11}$ oder $5\frac{2}{3}$ Mal genommen, so gäbe das die Quantität des durch Wasserzersetzung beim Wachsen von Pflanzen frei gewordenen Sauerstoffs, da das Wasser aus 0,15 Wasserstoff und 0,85 Sauerstoff besteht. Von dem erhaltenen Sauerstoffe müßte dann allerdings noch diejenige Menge abgezogen werden, die zur Oxygenirung der anderweitigen Bestandtheile erforderlich ist; sie

kann aber nicht bedeutend seyn. Eine Berechnung hierüber, die ohnehin mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden seyn würde, habe ich nicht anstellen wollen.

Diese Theorie ist *a priori* unbezweifelt richtig und unmittelbar auf unbestreitbare Beobachtungen gegründet. Eben daher sind auch so viele Naturforscher bei ihren Systemen hierauf verfallen. Ehe ich die Versuche erzähle, welche ich zur Bestätigung derselben angestellt habe, will ich indess anzeigen, warum man durch alle zahllosen früheren Versuche jenen Zweck nicht erreichen konnte.

1) Hauptsächlich hat man meistens die Sache ganz unrecht angefangen, indem man den Pflanzen Blätter oder Zweige abschnitt, und diese unter Wasser sperrte, als wenn auf diese Weise die Vegetation wirklich fort dauerte. Schon durch den starken Wasserdunst wird die nothwendige Bedingung, nämlich frische Vegetation, gehindert, wie wir unten sehen werden; wie viel mehr durch Abschneiden der Blätter und Einweichen derselben im Wasser. Ein Verfahren, welches ich in meinem Systeme mit dem vergleiche, wenn jemand die Lungen eines frisch geschlachteten Thiers in atmosphärische Luft sperren wollte, um aus der Menge des Sauerstoffgas, welches sie verschlucken, die Consumtion des lebenden Thiers an Sauerstoffgas, durch Athmen zu berechnen. Sennebier war sehr auf dem Wege, diesen Irrthum

einzuſehen, indem er fand, daß die Blätter, an dem Stengel ſitzend, mehr Sauerſtoffgas aushauchten, als abgeſchnittene (1, 53).

2) Man überſah ganz die Frage, ob die mit Sauerſtoffgas über ihren Sättigungspunkt erfüllte atmophäriſche Luft noch eine unbeſtimmbare Menge Sauerſtoffgas aufnehme, und nicht vielmehr daſſelbe zur Oxygenirung der gebrauchten Pflanzen verwende, wodurch dann nothwendig ganz entgegengeſetzte Reſultate zum Vorſchein kommen mußten.

3) Senebier und Ingenhoufs vorzüglich, und mehrere Andere, nahmen auf das Verſchlucktwerden der Luft, und inſondere des Sauerſtoffgas von friſch gekochtem Waſſer oder eben gefallenem Regenwaſſer, gar keine Rückſicht *), ſo wenig als darauf, daß das Waſſer die gebundene Luft im Sonnenscheine oder durch Wärme häufig wieder freiläſt.

4) Man unterſchied nicht genug, ob die Einwirkung des Lichts allein den gehörigen Reitz zur Entwicklung des Sauerſtoffgas verurſache, oder ob dieſes noch durch andere Bedingungen, namentlich durch ununterbrochene Conſumtion des Sauerſtoffgas und hierdurch verſtärkte Anziehung durch das Stickgas erhöht werde. Herr von Humboldt war dieſer Frage und ihrer

*) De Marty aus den *Annales de Chimie*, bei Gilbert XXVIII, 417.; Alex. v. Humboldt und Gay-Luſſac bei Gilbert XX, 119.

Beantwortung sehr nahe. Doch diesen tiefen Forscher beschäftigten wichtigere Untersuchungen.

Diese Fehler habe ich zu vermeiden gesucht, und eine Reihe von Versuchen angestellt, die indess noch lange nicht vollendet, und also auch nicht erschöpfend sind. Ich will diese hier mit Weglassung aller unbedeutenden und mißlungenen vollständig erzählen. Vielleicht betreten auch Andere mit mehrerem Scharfsinne die von mir eingeschlagene Bahn, und geben mir Fingerzeige, die ich bei der Fortsetzung benutzen kann.

Im Ganzen hatte ich ein doppeltes Augenmerk, indem ich zwei verschiedene, jedoch in Verbindung stehende Fragen über die Pflanzenphysiologie untersuchen wollte. Zuerst beschäftigte mich ein Gegenstand, worüber ich mich gleichfalls im *Systeme der atomistischen Physik* geäußert habe, und zu dessen Untersuchung mir Davy die Veranlassung gegeben hat. Wir finden nämlich in den Vegetabilien häufig eine Menge einfacher Stoffe, die nicht in dieser Art gebildet vorhanden wären; wenigstens lassen sie sich weder in der Erde, worin die Pflanzen wuchsen, noch in der Luft, noch im Wasser nachweisen. Hauptsächlich scheint es, als wenn der Kohlenstoff an einigen Orten bedeutend zunimmt; wenigstens erzeugt sich Dammerde auf nackten Felsen durch allmähliche Vegetation. Es ist also die Frage, ob der Kohlenstoff, der vielleicht wiederum Grundlage anderer, bis jetzt als einfach bekannter Stoffe seyn

mög^{lich} nicht *etwa* durch *Vegetation* aus dem *Wasser*, hauptsächlich aus dem *Wasserstoff* desselben, entsteht, so daß die *Natur* in ihrer *Umtreibung* der verschiedenen *Stoffe* hierbei wirklich *schaffend* wäre. Manche *Data* scheinen mir diese kühne *Hypothese* zu unterstützen, durch welche alle *Operationen* der *Natur* gewissermaßen in ein *Ganzes* vereinigt würden. Allein alle *Versuche*, die ich zur *Prüfung* derselben anstellte, sind an so manchen neuen und unerwarteten *Hindernissen* gescheitert, daß meine *Beharrlichkeit* eine harte *Prüfung* auszustehen hatte, indem ich dennoch die *Ausführung* des *Plans* nicht aufgeben wollte. Ich habe daher die *Untersuchung* nur verschoben.

Die andere *Frage*, die ich mir zu *untersuchen* vornahm, betraf *directe* den *Einfluss* der *Vegetation* auf die *Wiedererzeugung* des *Sauerstoffgas* der *atmosphärischen Luft*. Um in diese *Untersuchung* *Uebereinstimmung* zu bringen, und den *Inhalt* der gebrauchten *Gefäße* jederzeit mit einer für den *Zweck* gewisshinlänglichen *Genauigkeit* angeben zu können, maas ich durch *Abwiegen* mit *Quecksilber* den *Inhalt* eines gläsernen *Maasses*, und schliff dasselbe unten so lange ab, bis es genau $\frac{1}{2}$ par. Duodecimal - Kubikzelle faßte. Mittelft desselben fällt ich dann die *Gläser* und *Glocken*, die ich brauchen wollte, mit *Wasser* an, bis sie voll waren, und berechnete hiernach den *Inhalt*. Hierdurch kam auf allen *Fall* *Uebereinstimmung* in das *Ganze*.

Auf die Genauigkeit der eudiometrischen Versuche kam sehr vieles an. Ein Volta'sches Eudiometer stand mir noch nicht zu Gebote, und so konnte ich den Antheil Wasserstoffgas, der etwa in einer untersuchten Luftart vorhanden seyn mochte, nicht entdecken; denn ein geringer Antheil dieses Gas macht die Gasart nicht entzündbar durch eine Wachskerze; diese Gasart hatte ich indess nicht zu erwarten. Eines eigenen Anthracometers habe ich mich gleichfalls nicht bedient. Statt dessen senkte ich eine Röhre mit der zu prüfenden Gasart in ein Glas mit Kalkwasser etwas tief ein, bewegte die Röhre darin mehrmals auf und nieder, suchte jede Temperatur-Veränderung möglichst zu vermeiden, und hoffe durch dieses Verfahren den Antheil an kohlenfaurem Gas hinlänglich genau aufgefunden zu haben. Zur Prüfung des Gehalts an Sauerstoffgas bediente ich mich des Fontana'schen Eudiometers, wie dasselbe von Dalton verbessert bei Gilbert, 1807, St. 12. S. 320. beschrieben ist. Um indess gegen jeden Irrthum gesichert zu seyn, machte ich bei jeder einzelnen Gasart mehrere Versuche, indem ich mich bei einigen einer frisch bereiteten Auflösung des schwefelsauren Eisens bediente, bei andern aber bloßes Salpetergas anwandte, und $\frac{7}{19}$ der Absorption als Sauerstoffgasgehalt berechnete. Um mich von der Güte des gebrauchten Salpetergas zu überzeugen, machte ich mit jeder Portion erst einen Versuch mit atmosphärischer Luft, und

gab er ihr weniger als 0,20 Sauerstoffgas, so machte ich von der bereiteten Quantität Salpetergas keinen Gebrauch. Inzwischen begegnete mir dieses nur ein Mal, denn ich nahm sogleich zur Bereitung desselben ein sehr kleines Glas, und goß dasselbe so voll Salpetersäure auf Kupfer, daß das Glas voll war, und beim ersten Aufbrausen die geringe Quantität atmosphärischer Luft aus dem engen Halse und der Entbindungsröhre durch die hindurch getriebene Salpetersäure weggestossen wurde. Den Einfluß der Temperatur-Veränderung vermied ich dadurch, daß ich die zum Versuche gebrauchten Gasarten lange Zeit unter dem Wasser der pneumatichen Wanne sperrte, damit sie die Temperatur desselben annahmen, und dann ließ ich den Rückstand nach der Mischung beider Gasarten gleichfalls wieder auf diese Temperatur herab kommen. Damit hoffe ich die möglichst richtigen Resultate erhalten zu haben. Jetzt wende ich mich zu der

Erzählung der Versuche.

Versuch 1. Ein großes Medieinglas, welches außer der darin befindlichen Erde 36 Cub. Zoll Inhalt hatte, füllte ich mit etwas Erde, säete in dieselbe 250 Körner Kressensamen, setzte dazu 9 Fliegen, verschloß die Oeffnung mit einem Kork, und goß denselben mit geschmolzenem Wachs zu. Hierauf stellte ich das Glas, welches zum Ueberflusse mit schwarzem Papiere umwunden war,

in einen verschlossenen Schrank an einer dunkeln Stelle des Zimmers, so daß kein Zutritt des Lichts Statt fand. Nach 14 Tagen nahm ich dasselbe heraus, die Fliegen waren todt, von einem Keimen der Kresse war keine Spur zu entdecken; und die Erde war vollkommen schwarz, ausgenommen einige wenige weisse, dem Schimmel ähnliche, Punkte, welche ich hin und wieder wahrnahm. Nach abermahl's verschlossenen 14 Tagen setzte ich das Glas, welches ich ganz unverändert fand, an die Südseite vor ein Fenster, in der Absicht, daß sich darin ein grüner Schimmel erzeugen sollte; allein alles blieb unverändert. Bei der nachherigen Prüfung des Gas konnte ich keine Spur von Sauerstoffgas entdecken.

Versuch 2. Ich füllte in ein anderes Medicinglas Erde mit 150 Körnern Kresse. Der übrige freie Raum betrug $10\frac{1}{2}$ Cub. Zoll. Darin setzte ich gleichfalls 9 Fliegen, und versperrte die Oeffnung wie vorhin. Alsdann setzte ich dasselbe gegen Süden vor ein Fenster an das Tageslicht. Die Fliegen starben nach einander, und es zeigte sich keine Spur der keimenden Kresse. Indess überzog sich die Erde mit einem dünnen, sehr dunkeln, nicht rauhen, und fast ins Schwarze spielenden Schimmel, der Priestley'schen grünen Materie ähnlich. Auch an der innern Seite des Glases, so weit die Erde reichte, bis fast an den Boden, zeigte sich dieser feine, hier etwas hellere Ueberzug, welcher bald einen festen Charakter annahm,

und dann so blieb, daß man keine weitere Veränderung daran wahrnehmen konnte. Nach 12 Wochen öffnete ich das Glas. Die darin enthaltene Luft war sicher um $\frac{1}{2}$ ihres Volumens zusammengedrückt, denn es fuhr eine bedeutende Menge derselben bei der Eröffnung unter Wasser mit Geräusch heraus. Bei der Prüfung entdeckte ich 0,51 kohlenfaures Gas und 0,017 Sauerstoffgas. Wasserstoffgas war nicht so viel vorhanden, daß sich die Luft mit einer Wachskerze entzünden ließe, daher ich denn nachher keine Probe zur Entdeckung desselben weiter anstellte.

Versuch 3. Da ich wohl einfah, daß es unmöglich sey, auf diese Weise vegetirende Pflanzen in Stickgas zu bringen, füllte ich in ein Medicin-glas etwas Erde mit 100 Körnern Kressensamen, verschloß dasselbe luftdicht, und setzte es gegen Süden an das Tageslicht. Der luftvolle Raum desselben betrug $9\frac{1}{3}$ Cub. Zoll. In wenigen Tagen bemerkte ich, daß die durch das Glas sichtbaren Körner Wurzeln schlugen; zwei Keime erhoben sich auch so weit, daß die beiden Blätter vollkommen über die Erde hervorstanden, und drei andere kamen eben zum Vorschein. Sie hatten alle eine blasgrüne, doch anscheinend natürliche Farbe. Inzwischen hörten sowohl diese, als die vorher bemerkten Wurzeln plötzlich auf zu wachsen, und blieben sich beständig gleich. - Als nach zehn Tagen die erstern Keime zu erschlaffen schienen, öffnete ich das Glas unter Wasser, und fand die

Luft vermindert; der Rest war reines Stickgas, worin ich keine Spur Sauerstoffgas entdecken konnte.

Versuch 4. Da ohne Zweifel das Stickgas dazu beiträgt, den Pflanzen Sauerstoffgas zu entlocken, so glaubte ich, die Keime erst zu einer gewissen GröÙe bringen zu müssen, ehe sie die Zersetzung des Wassers und der Kohlenstoffsäure zu verrichten vermöchten. Ich säete in ein Glas, dessen übriger Raum 16½ Cub. Zoll Luft enthielt, Kresse, und stellte dasselbe in einem Garten unter einen darüber gestürzten sehr geräumigen Stein- topf, um die natürliche Beschaffenheit der Erde und ihren Einfluss auf die Vegetation zugleich zu benutzen. Inzwischen bemerkte ich keinen Unterschied, ausgenommen einige Verzögerung des Wachsthum's. Nach 9 Tagen hatten die Keime die Länge von $\frac{1}{2}$ bis 1 par. Zoll. Nunmehr setzte ich 12 Fliegen hinein, verschloß das Glas luftdicht, stellte es an seinen vorigen Ort, und untersuchte es, nachdem abermahls 6 Tage vergangen waren. Die Kresse war wenig gewachsen, übrigen's nicht im mindesten grün geworden, und die Luft in dem Glase war reines Stickgas.

Versuch 5. Die hier gemachte Beobachtung führte mich auf einen neuen Versuch. Ich säete abermahls Kresse in ein Glas, setzte dasselbe offen an den Ort, wie in Vers. 1., und ein gleiches an die Sonne, um danach den Wachsthum des erstern zu beurtheilen. Nach 5 Tagen hatten die Keime
in

in dem letztern Glase die Länge eines Zolles, und vegetirten, wie gewöhnlich. Als ich das erstere untersuchte, waren die Keime noch einmahl so groß, und viel dicker, als gewöhnlich, zugleich aber ganz weiß, und die beiden Blattstücke an der Spitze waren dunkelgelb. Nunmehr setzte ich sie offen an das Tageslicht vor ein nach Süden gehendes Fenster, und schützte sie durch eine Lage mehrfach zusammengelegten Papiers gegen die Einwirkung der Sonnenstrahlen. Allein nach 2 Tagen wurden die Blattspitzen braun, die Stengel blieben unverändert, und als ich sie mehrerem Lichte aussetzte, fielen sie gleichsam in ein Nichts zusammen und die Reste vermoderten.

Versuch 6. Nochmahls liefs ich auf gleiche Weise die Keime in einem Glase, an derselben Stelle im Dunkeln, nicht bis zu der Höhe, als die vorher genannten, heranwachsen, sondern nahm das Glas heraus, als sie $\frac{1}{2}$ bis höchstens 1 Zoll hielten, und setzte sie dann an das Tageslicht, doch so, daß sie gegen die Sonne geschützt waren. Allein auch diese Keime wurden nicht grün, und starben nach einigen Tagen.

Aus dieser ersten Reihe von Versuchen ergeben sich folgende Resultate.

1. Zum Keimen der Samenkörner ist der Zutritt des Sauerstoffgas unentbehrlich. Zwar stellte ich die Versuche bloß mit Kressensamen an; allein man kann bei einer an sich auf so nothwendigen Bedingungen beruhenden Erscheinung leicht auf

ein allgemeines Gesetz schliessen; überdies ist dieser Satz durch zahlreiche Versuche von Saufure*), von Carradori**) und von Senebier***) mit so vielen verschiedenen Samenkörnern und stets gleichbleibendem Erfolge bewährt, daß die Wahrheit desselben keinen weitem Zweifel zuläßt. Wenn Hr. Einhof****) das Gegentheil gefunden haben will, so sind seine Versuche an diesem angezeigten Orte nicht umständlich genug erzählt, um die Ursach des abgeänderten Erfolgs aufzufinden. Bloß sehr dicke und viele Masse enthaltende Samenkörner, als Erbsen u. a., wenn sie vorher eingeweicht sind, vermögen einen Keim aus sich zu entwickeln, welches um so natürlicher ist, da sie Wasserstoffgas entbinden, also das Wasser zerlegen, und sich den Sauerstoff desselben aneignen, wie oben erwähnt ist.

2. Zum Keimen der Samenkörner gehört nicht bloß Sauerstoffgas im Allgemeinen, sondern eine gewisse Quantität desselben; und wenn diese nicht vorhanden ist, so sterben die schon erzeugten Keime wieder ab, wie Vers. 3. beweiset. Dieser Gesichtspunkt des quantitativen Verhältnisses ist von meinen großen Vorgängern nicht hinlänglich be-

*) S. Scherer's allgem. Journal d. Chemie. 1800. S. 73 ff
Journal de physique. Vol. 49. S. 92. M.

**) S. ebendasselbst B. 9. M.

***) S. ebendaf. Vol. 9. S. 347. aus dem *esprit des Journaux* Niv. an X. S. 183—194., als Supplement zu der *physiol. veget.* Siehe Cotta's *Naturbeobacht.* S. 53 f. u. a. m. M.

****) Gehlen's neues Journ. d. Chemie B. 3. S. 618. M.

achtet; von mir selbst aber ist die Sache bis jetzt aus Mangel an Zeit noch keinesweges beendet, und ich behalte dieses künftigen Versuchen vor, die ich beim wiederkehrenden Frühlinge anstellen werde.

3. Die Pflanzenkeime wachsen im Dunkeln schneller empor, als im Tageslichte; sie sind zugleich ausgedehnter, von erweiterten Gefäßen, und von einer mehr wässrigen Structur. Diese Beobachtung ist schon häufig gemacht worden, namentlich bei den Keimen, welche die Kartoffeln in Kellern in unverhältnißmäßiger Länge treiben. Allein man hat, so viel ich weiß, noch nicht untersucht, ob dieses durch die stets gleichbleibende Temperatur und die Länge der Zeit, oder durch das Streben, zu kleinen Lichtquellen zu gelangen, verursacht wird, oder ob bloß der Mangel an Licht diese Erscheinung bewirken kann, wie aus den eben erzählten Versuchen sehr wahrscheinlich wird. Auch dadurch glaube ich einen neuen Beitrag geliefert zu haben, daß ich die Samenkörner, ganz mit Erde bedeckt, dem Versuche unterwarf, anstatt daß die Meisten vor mir sie bloß in nasses Löschpapier hüllten; doch gestehe ich, daß mir nicht Alles bekannt ist, was Andere in diesem Theile der Naturkunde gethan haben.

4. Wenn endlich die jungen Pflanzenkeime durch Mangel an Licht vergilbt und mit Wassertheilen überfüllt sind, und durch übermäßige Ausdehnung ihrer Gefäße die Fähigkeit verloren haben,

die erforderliche Ausdünstung und Gasentwicklung am Tages- und Sonnenlichte auszuhalten (hierdurch also, ungeachtet eines anscheinend üppigen Wuchses und Wohlbefindens, wie in vielen Fällen die lebenden Wesen, dennoch eine zerrüttete Organisation haben), so starben sie in der Folge auch unter den günstigsten Umständen ab. Ob die Ursach hiervon nicht vorzüglich in gehemmter Ausdünstung liegt, davon weiterhin.

Die *zweite Reihe meiner Versuche* betraf directe die *Erzeugung des Sauerstoffgas durch die Vegetation*. Es waren dabei folgende Schwierigkeiten zu überwinden, welche die Resultate aller frühern Versuche unrichtig gemacht, und auch meine Beobachtungen beschränkt haben.

1. Die Pflanzen müssen in ihrer gehörigen Vegetation erhalten werden; denn ein abgeschnittenes Blatt oder eine im bloßen Wasser lebende Pflanze kann ihre Functionen eben so wenig verrichten, als ein todtcs Thier die seinigen. Schon aus diesem einzigen Grunde fallen alle Beweise und Gegenbeweise weg, welche sich aus frühern Versuchen ergeben, die man mit Blättern und Pflanzentheilen, welche unter Wasser gesperrt waren, angestellt hat.

2. Die umgebende Luft, worin die Pflanzen vegetiren sollen, darf allenfalls eine Abnahme, aber auf keine Weise eine Zunahme an Sauerstoffgas erhalten; denn erstens zeigt eben das constante Verhältniß der Mischung der atmosphäri-

sehen Luft, wie die Natur dasselbe liefert, welches das beste für die Vegetation ist; und zweitens ist es nicht zu bezweifeln, daß ein Ueberschuß von Sauerstoffgas die Functionen der Vegetabilien eben so wohl, als die des thierischen Lebens stört, also gerade dasjenige hindert, was man zu entdecken verlangt. Auch könnte wohl die Verwandtschaft des Stickgas zum Sauerstoffgas in diesem Verhältnisse so stark seyn, daß dieses zur Entwicklung des letztern beförderlich, vielleicht selbst nothwendig wäre. Auch in dieser Hinsicht waren also die frühern Versuche mangelhaft.

3. Endlich muß eine beständige Ausdünstung der Pflanzen und ein steter Zutritt frischer Luft, also eben der Wechsel der umgebenden Atmosphäre, wie er in der Natur Statt findet, unterhalten werden, wenn man von den Pflanzen dieselben Functionen, als im Freien erhalten, und nicht Gefahr laufen will, verkrüppelte Schwächlinge, statt thätiger Vegetabilien, der Untersuchung zu unterwerfen.

Hier ist die Klippe, an welcher alle Versuche scheitern, und die zu überwinden, ich umsonst meinen Verstand gemartert habe. Ich tröstete mich bei der Unmöglichkeit, vollständige Resultate zu erlangen, mit Spallanzani's Ausprüche, welcher bemerkte, daß alles, was die Functionen der Vegetabilien betrifft, zu den Geheimnissen gehört, die die Natur am eifrigstesten verborgen hat.

Wie ich die erstern Schwierigkeiten zu beseitigen gesucht habe, zeigen folgende Versuche:

Versuch 7. Den 10. Jun. that ich in ein Medicinglas etwas Gartenerde, und säete 150 Körner eines gekauften sehr schlechten Kressensamens hinein, von dem beim freien Zutritt der Luft den 17ten nur 18 Körner aufgelaufen waren, die recht gut vegetirten. Erst den 7. Jul., als die Kresse schon mehrere Nebenäfte getrieben hatte, hing ich in dem freien Raume des Glases, der 32 Cubikzoll hielt, in einem papiernen Korbe ein Stück Zucker auf, und sperrte 2 Fliegen hinein. Den 11. Morgens fand ich beide Fliegen todt. Der grösste Theil der Kresse hatte schon vor der Einsperrung der Luft nicht mehr frei wachsen können, und war daher erkrankt. Dieses nahm während der Sperrung zu, und so starben die Fliegen ohne Zweifel an Erstickung.

Da dieser Versuch gegen die Entbindung des Sauerstoffgas zu zeugen schien, so war ich im Begriff, die Untersuchung aufzugeben, und prüfte daher den Rückstand des Gas nicht weiter. Indessen wollte ich doch einige gleichzeitige Versuche noch zu Ende bringen.

Versuch 8. In einem ganz auf gleiche Weise behandelten, gleich grossem Glase liefen von dem gesäeten Kressensamen der nämlichen Art 26 Körner auf, und vegetirten sehr gut. Den 7. Jul. hing ich ein Stück Phosphor hinein, und sperrte die Oeffnung durch Kork und Wachs. Allein die in

der feuchten Luft sich bildende Menge phosphoriger Säure zerstörte die Pflanzen.

Versuch 9. Weil ich gleich bei der Anlage zweifelte, daß aus diesen Versuchen irgend ein bedeutendes Resultat hervorgehen könne, so stellte ich zugleich einige andere an. Ich nahm eine große Entbindungsflasche von weißem Schorborner Glase (Fig. 1. Taf. V.), füllte sie auf $1\frac{1}{2}$ Zoll mit Gartenerde, und säete von vorerwähnter Kresse hinein. Es liefen davon nur 9 Körner auf, die durch einen kleinen, wildwachsenden Grashalm vermehrt wurden. Dieses Mahl hatte ich es mit der Feuchtigkeit so gut getroffen, und der Flasche vor dem Fenster eine so günstige Stelle gegeben, daß die Vegetation darin besser war, als in allen andern Gefäßen. Den 9. Jul. verschloß ich die obere Oeffnung der Flasche mit dem dazu gehörigen Glasstöpsel, goß denselben mit geschmolzenem Wachse zu, und sperrte ihn noch zum Ueberflusse mit Wasser, welches ich in den gläsernen Trichter der Flasche goß. Die Seitenöffnung der Entbindungsflasche verschloß ich mit einem Korke, durch den eine wie in der Figur gekrümmte Glasröhre ging, die 1 Linie im Lichten weit war, und sicherte auch hier alles mit Wachs.*) Das andere Ende dieser Röhre ging ebenfalls durch einen Korkstöpsel.

*) Bei jedem ähnlichen Versuche werde ich anstatt des Wachses Siegellack nehmen, denn es kostete mir außerordentliche Mühe, mit Wachs luftdicht zu verschließen, da es auf Glase nicht leicht festklebt.

fel in ein gewöhnliches am Boden abgesprengtes Medicinglas von ohngefähr 16 Cub. Zoll Inhalt*) und war auch hier mit Wachs verschlossen. Das Medicinglas hing in einem mit Wasser gefüllten englischen Quartierglase, und die Röhre unterhielt die Communication zwischen der Flasche und dem Medicinglase. Vermittelt eines gebogenen und zugespitzten Eisendrathes brachte ich in den Raum des Medicinglases ein Stück Phosphor. So wie die Temperatur zunahm, trat nun wahrscheinlich die Luft aus der Entbindungsflasche in das Medicinglas, und wechselseitig zurück, so dafs eine gleiche Mischung der Gasarten in beiden Gefäfsen erhalten wurde, ohne dafs der geringe Antheil des vermuthlich aus der Flasche zurückgehenden Phosphordampfes im Stande war, die Kresse zu zerstören. Der Phosphor zerlegte die Luft, und stieg als Dampf in die Höhe; theils fiel dieser in das Sperrwasser, gröfstentheils aber legte er sich an den Eisendraht an, und verwandelte ihn in weifses Phosphor[saures]-Eisen.

Zur Bestimmung der Quantität des verzehrten Sauerstoffgas wollte ich anfangs dieses Phosphor[saure]-Eisen zerlegen; allein da dergl. chemische Analysen, mit kleinen Quantitäten angestellt, für den Ungeübten sehr schwer sind, so schien es mir kürzer und sicherer zu seyn, die Berechnung nach der Menge des verzehrten Phosphors anzustellen.

*) Bei der Zusammensetzung des Apparats war es nicht möglich, den Inhalt auf das genaueste anzugeben. M.

Noch bemerke ich, wenn es gleich überflüssig seyn mag, daß das Wasser, worin sich das Phosphor[saure]-Eisen befand, schwach säuerlich war, welches ich einem kleinen Stück Phosphor zuschreibe, welches darin lag*). Den 9. Jul. fing ich an, den Phosphor zu sperren. Den 15. war das erste Stück desselben bis auf 1 Gran verbrannt, welcher von der zerfressenen Eisenspitze herabfiel. Ich steckte sogleich ein neues Stück Phosphor auf; wegen des trübern Wetters wurde dies langsamer verzehrt. Den 23. Jul. fiel wieder $\frac{1}{2}$ Gran Phosphor herab**), welches ich sogleich wieder durch ein neues Stück ersetzte; und dieses verbrannte ganz. Nun nahm ich den Apparat aus einander, und fand die Kresse noch in guter Vegetation. Ueber dem Bestreben, das gebildete Phosphor[saure]-Eisen ohne Verlust zu erhalten, entwichte leider der Rest der Luft, die ich daher nicht eudiometrisch prüfen konnte.

*) Der wahre chemische Hergang dürfte folgender gewesen seyn: Der in der eingeschlossenen Luft langsam verbrennende Phosphor bildete phosphorige Säure, das Wasser sog diese ein, und nun verwandelte sie sich allmählig in Phosphorsäure, unter deren Mitwirkung das Eisen sich auf Kosten des Wassers oxydirte, und mit phosphorsaurem Eisen im Minimo der Oxydation, d. h. mit weißem phosphorsaurem Eisen überzog. Dieses ist wenigstens der Wirkungsart der schwefligen Säure unter ähnlichen Umständen analog, und mit ihr stimmt bekanntlich die phosphorige Säure in vielen Wirkungen dieser Art überein.

Gilbert.

**) Es fielen im Ganzen genau $1\frac{1}{2}$ Gran Phosphor herab, die ich nachher zusammen wog, da ich sie unter dem Wasser wiederfaud. Das eine derselben war größer als das andere.

M.

Hier erhielt ich meinem Wunsche gemäß ein Resultat, worin das quantitative Verhältniß des in einer gegebenen Zeit entwickelten Sauerstoffgas enthalten ist. Ich glaube nämlich annehmen zu dürfen, daß der Phosphor durch die Einwirkung des Eisens in Phosphorsäure verwandelt wurde, welche nach Lavoisier aus 0,60 Sauerstoff und 0,40 Phosphor besteht. Die $10\frac{1}{2}$ Gran Phosphor hatten also in 22 Tagen 15,75 Gran, oder (da 1 par. Cubikzoll von diesem Gas 0,5069 franzöf. Grain wiegt, und 576 franz. Grain = 480 Gran sind) 37,285 Cub. Zoll Sauerstoffgas verzehrt. Der luftgefüllte Raum der Flasche enthielt 58 Cub. Zoll Luft; das Medicinglas, nach Abzug des Wassers, welches ich gleich anfangs darin aufsteigen ließ, 14 Cub. Zoll. Es waren also im Ganzen 72 Cub. Zoll Luft vorhanden. Diese enthielten, nach dem constanten Verhältnisse von 0,21 Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft, 15,12 Cub. Zoll Sauerstoffgas. Also hätte der Phosphor allein mehr als die doppelte Menge von Sauerstoffgas verzehrt, welche in den Gläsern vorhanden war. Nehmen wir nun auch an, daß der nicht untersuchte Gasrückstand nur die Hälfte seines Gehalts an Sauerstoffgas verloren habe, so würden in diesem Versuche 29,725 Cub. Zoll Sauerstoffgas in 22 Tagen von 9 Halmen vegetirender Kresse erzeugt worden seyn; und da diese nach der gewöhnlichen Bestellung $1\frac{1}{2}$ Quadr. Zoll einnehmen würden, so käme auf 1 Quadr. Zoll gewöhnlich bestellter Fläche in

24 Stunden eine Entbindung von 0,900 Cub. Zoll Sauerstoffgas.

Diesen nämlichen Versuch habe ich mit einem etwas abgeänderten Apparate angestellt, den man in Fig. 2. abgebildet sieht. Dieses Mahl hatte ich die Kresse in eine Untertasse mit Erde gefäet, und diese sperrte ich unter eine Glocke, welche durch eine drei Mahl gekrümmte Glasröhre mit einem Zuckerglase in Verbindung stand, das in einem Quartierglase umgestürzt war. Unter dem letztern verlichtete Phosphor uater den eben beschriebenen Umständen. Die regnigte Witterung und andere Umstände unterbrachen diesen Versuch; ich werde indessen mit diesem Apparate meine Versuche wieder aufnehmen, um die erhaltenen Resultate zu prüfen *).

Das Sauerstoffgas, so wie es sich durch Einfluß der Vegetation erneuerte, durch leuchtenden

*) Da des Sperrwassers nur wenig ist, und dieses mit der Luft in freier Verbindung steht, so scheint es sehr nöthig zu seyn, daß der scharfsinnige und eifrige Verfasser bei seinen fernern prüfenden Versuchen sich auf das sorgfältigste versichere, daß nicht ein Theil des verzehrten Sauerstoffs aus der Luft des Sperrwassers herrühre. Sie könnte vielleicht, so wie allmählig der Sauerstoffgehalt der eingeschlossenen Luft verzehrt wird, Sauerstoffgas hinein schlüpfen lassen, und sich dagegen auf Kosten der äußern Luft wieder mit Sauerstoffgas versehn. Vielleicht wäre es daher besser, die Glocke auf den Boden aufzukütten, (verhindert dieses anders nicht die Entbindungsröhre) und sich durch Ansaugen, daß sie luftdicht schließt, zu versichern. Auch wäre es in dieser Hinsicht zweckmäßig, das Wasser in dem Cylinderglase in Fig. 2 u. Fig. 1. mit Oehl zu übergießen.

Gilbert.

Phosphor verschlucken zu lassen, war zwar, wie man sieht, ein gutes Mittel, allein es befriedigte meine Wünsche doch nicht ganz. Die mannichfaltigen Versuche von Ingenhous, Senebier, Spallanzani und Sauffure d. j. haben es nämlich außer Zweifel gesetzt, daß schon Theile von Pflanzen, wie viel mehr also die vegetirenden Pflanzen selbst das kohlenfaure Gas zerlegen. Eben dieses Gas wird durch die vielen Proceßse des Athmens, Verbrennens und Säurens in ungeheurer Menge producirt, und da wir, nach den oben aufgestellten Grundsätzen, stets einen Kreislauf in den Operationen der Natur vermuthen müssen: so war es wünschenswerther, den Versuch so einzurichten, daß, während das Sauerstoffgas absorbirt ward, zugleich kohlenfaures Gas producirt wurde, welches dann durch die Vegetation zerlegt werden konnte. Da wir aber die Operationen der Natur, wie sie im Großen vorgehn, bloß im Kleinen nachmachen können, so standen hier unüberwindliche Schwierigkeiten im Wege. Ich glaubte indessen vorerst diese Absoption durch Stubenfliegen am besten erreichen zu können.

Hierbei mußte nun zuvor die Menge des Sauerstoffgas bestimmt werden, welche eine Fliege in einer gegebenen Zeit consumirt. Ich sperrte daher in Gläser, deren Inhalt gemessen war, eine gewisse Anzahl Stubenfliegen ein, und bemerkte die Zeit, bis sie starben. Hier entdeckte ich indess, daß verschiedene derselben ein verschiede-

nes Vermögen haben, in verdorbener Luft auszudauern: denn meistens überlebten die letzten die zuerst gestorbenen um 12 bis 24 Stunden, wobei sie anfangs noch ganz munter, nachher aber beständig in einer starken Betäubung waren. Inzwischen konnte ich hierdurch nur ein mangelhaftes Resultat erhalten. Die beiden mittlern Größen, die ich aus zwei Reihen von Versuchen mit Luft, die durch Wasser gesperrt war, und in verschlossenen Medicingläsern erhalten habe, sind 0,960 und 0,672 Cub. Zoll Sauerstoffgas-Consumtion für eine Fliege in 24 Stunden. Beide Zahlen geben im Mittel 0,816 französ. Duodecimal-Cub. Zoll.

Weil mich diese Versuche, bei dem Bestreben nach einem ganz zuverlässigen Resultate zu lange aufgehalten hatten, so fing ich erst im Herbst, als das Leben der Fliegen durch die kalte und nasse Witterung verkümmert wurde, die Versuche in der Art an, daß ich die Luft, worin eine gewisse Anzahl Fliegen eine Zeitlang gelebt hatte, eudiometrisch prüfte, nachdem ich sie zuvor in Kalkwasser geschüttelt hatte, ohne den Antheil der erzeugten Kohlenensäure zu messen, da es mir auf diesen hier nicht ankam. Ich habe hierbei bemerkt, daß die Fliegen weniger Sauerstoffgas verzehren, wenn sie in der Herbstkälte ein weniger kräftiges Leben haben. Inzwischen behalte ich auch diese Versuche einer weitem Prüfung vor, wiewohl ich nicht zweifle, der wahren Consumtion an Sauerstoffgas durch die Fliegen schon ziem-

lich nahe gekommen zu seyn. Die beiden äußersten Extreme der größten und geringsten Consumtion bei den Versuchen, die ich nur mit einer kleinen Anzahl Fliegen anstellte, sind 0,506 und 0,230 Cub. Zoll. Hiervon ist das Mittel 0,328. Weil ich nun die nachfolgenden Versuche in einer geraumen Zeit nach einander anstellte, ohne die jedesmahlige bestimmte Consumtion gleichzeitig damit zu vergleichen, so glaube ich am wenigsten zu irren, wenn ich aus allen diesen Versuchen die Mittelzahl als bestimmte Grösse annehme, und darnach die Versuche berechne. Diese Mittelzahl ist 0,574 Cub. Zoll, als Consumtion des Sauerstoffgas einer Fliege in 24 Stunden.

Versuch 10. Nach mehrern nicht genügenden Versuchen setzte ich den 26. Jul. unter eine Glocke eine Obertasse mit Kresse, deren Vegetation schon etwas zu weit gediehen war. In den obern Raum, dessen Inhalt nach Abzug des Raums, den die Tasse einnahm, 57 Cub. Zoll betrug, sperrte ich 10 Fliegen, für deren Nahrung gesorgt war, und setzte den Apparat ans Licht vor ein Fenster nach Süden. Gleichzeitige Beobachtungen des Barometers und Thermometers waren überflüssig, und hierbei auch unmöglich. Die Fliegen waren noch sämmtlich am Leben, als der Apparat am 1. August, also nach 6 Mahl 24 Stunden, aus einander genommen wurde. Einige Halme der Kresse hatten, vorzüglich an den beiden letzten Tagen, zu kränkeln angefangen, und zwei

waren gelb geworden. Die Luft unter der Glocke war sichtbar vermindert, und enthielt bei der Prüfung noch 0,12 Sauerstoffgas.

Die besäete Kreisfläche hatte einen Durchmesser von 2,1 par. Zoll, enthielt also 3,46 Quadr. Zoll. Rechnen wir, daß eine Fliege in 24 Stunden 0,57 Cub. Zoll Sauerstoffgas verzehrt, so war die Consumtion der 10 Fliegen in 6 Tagen = 41,33 Cub. Zoll Sauerstoffgas. Hiervon abgezogen die 5,13 Cub. Zoll Sauerstoffgas, welche von dem ursprünglich vorhandenen verzehrt waren, bleiben noch 36,2 Cub. Zoll, welche von der Kresse, die auf einer Fläche von 3,46 Quadr. Zoll vegetirte, producirt worden waren, abgesehn von dem von den vergilbten Blättern verzehrten Antheile. Nach diesem Versuche liefert also die Vegetation auf 1 Quadr. Zoll bestellter Fläche in 24 Stunden 1,75 Cub. Zoll. Sauerstoffgas.

Versuch 11. Einen ganz ähnlichen Versuch führe ich ohne beigefügte Berechnung an, damit die Verschiedenheit der Resultate recht in die Augen falle. Den 7. August sperrte ich in dieselbe Glocke 12 Fliegen. In die darunter befindliche Obertasse hatte ich ein Stück Rasen gelegt, das zu diesem Behufe ausgestochen, und nach der Form der Tasse geschnitten war. Die tief herabgehenden Wurzeln des Grases mußten bei diesem Ausstechen beschädigt werden, und die Vegetation derselben, die ohnehin schlecht war, wurde unterbrochen. Die einzelnen Grashalme wurden etwas

welk, ohne recht augenfällige Veränderung, bis auf wenige ganz vergilbende Halme. Den 9. waren zwei Fliegen todt, und die übrigen lebten in einer sichtbaren Unbehaglichkeit. Den 12. mußte ich verreisen, fand den 18. bei meiner Zurückkunft das Wasser hoch hinaufgestiegen bis über den Rand der Tasse, die Fliegen sämmtlich todt, und den größten Theil der Grashalme verwelkt und vergilbt; einige wenige Halme aber hatten sich erhoben, standen mit frischem Grün, und schienen gewachsen zu seyn. Die Luft enthielt bei angestellter Untersuchung 0,056 Sauerstoffgas, und dieses war vielleicht erst durch die erneuerte Vegetation entwickelt worden.

Der Herbst rückte nun zwar schon heran, und die Kürze der Tage und ungewöhnlich trübe Witterung verhinderten eine lebhaftere Vegetation. Doch stellte ich noch zwei Versuche an, und sie glückten über meine Erwartung. Darf man, wie es nach der Theorie scheint, annehmen, daß die Entbindung des Sauerstoffgas umso viel stärker ist, je gesunder und kraftvoller jedes Mahl der Wachsthum der Pflanzen ist, und daß die Quantität des entbundenen Sauerstoffgas der Menge der durch die Pflanzen angelegten consistenten Theile proportional ist, so müßten die Getreidearten in ihrem frühesten Wuchse eine starke Production des Sauerstoffgas zeigen. Und so fand sich dieses in der That in dem folgenden Versuche.

Ver-

Versuch 12. Ich hatte in einer Obertasse 22 Halme Hafer auflaufen lassen, die zu einer Länge von 4 bis 6 Zoll herangewachsen waren. Ich beschnitt sie, so daß sie eine gleiche Länge von 3 Zoll behielten, setzte sie den 9. September unter die vorgenannte Glocke, die wegen ihres geringen Durchmessers bei einer großen Höhe sehr brauchbar zu solchen Versuchen ist, und sperrte 12 Fliegen darunter. Diese waren sehr munter, besonders wenn das Wetter nicht trübe und nicht kalt war. Der Hafer blieb, wenige Halme abgerechnet, im Wachsen, und behielt eine gute, frische Farbe, wiewohl er etwas blasser wurde, als anderer, der daneben stand. Einige Halme wuchsen während der 7 Tage des Versuchs um 1 bis 2 Zoll. Den 16. nahm ich den Apparat aus einander, fand die Fliegen alle lebend, prüfte die Luft, und fand darin 0,195 Sauerstoffgas.

Wenn wir nach diesem Versuche die Berechnung anstellen, so kann allerdings nicht geläugnet werden, daß die Zahl der Pflanzen, nämlich 22 auf einer Fläche von fast $5\frac{1}{2}$ Quadr. Zoll, größer ist, als eine gewöhnliche Bestellung sie bringt. Inzwischen habe ich die Berechnung hiernach angestellt, wie in Versuch 10., und ich werde die anderweitigen Rücksichten, die hierbei zugleich in Betrachtung kommen, sogleich unten näher erörtern. Die ganze Consumtion an Sauerstoffgas durch die Fliegen betrug nach den in Versuch 10. angenommenen Größen 48,116 Cub. Zoll. Brin-

gen wir den geringen Unterschied der Beschaffenheit der zurückgebliebenen Luft und der atmosphärischen nicht in Rechnung, so erzeugt hiernach ein Quadr. Zoll Fläche in 24 Stunden (die ganze Fläche zu 3,5 Quadr. Zoll gerechnet) 1,968 Cub. Zoll Sauerstoffgas.

Versuch 13. Noch war mir eben Zeit zu einem ähnlichen Versuche übrig. Ich hatte Hafer in einem abgepresngten Medicinglase gefäet; er vegetirte sehr gut, und stand gewiss vierfach so nahe, als auf einem besäeten Felde. Ich beschnitt ihn, als er die gehörige Höhe erreicht hatte, bis zu 4 Zoll Höhe, sperrte ihn dann unter einen Cylinder, den ich oben mit einer Glascheibe luftdicht verkittete, und setzte 11 Fliegen (die 12te fand Gelegenheit, zu entkommen) darunter. Sie lebten beständig sehr munter. Ohngefähr die Hälfte der Halme blieb im Wachsen, wahrscheinlich weil der beschränkte Raum im Glase den Körnern und Wurzeln nicht verstattete, sich gehörig auszudehnen. Als ich nach 6 Tagen den Apparat aus einander nahm, fand ich bei genauer Prüfung, dafs die Luft 0,2145 Sauerstoffgas enthielt, indeffen ich in der, mit den nämlichen eudiometrischen Mitteln und zu gleicher Zeit geprüften, atmosphärischen Luft nur 0,2026 Sauerstoffgas entdeckte. Durch Stehen im Kalkwasser, wodurch ich den Gehalt der Kohlensäure messen wollte, verlor sie kaum 0,02, oder eigentlicher nicht viel über 0,01.

Die befäete Fläche hatte eine Gröfse von 2,07 Quadr. Zoll. Weil sie indeffen vierfach so stark, als gewöhnlich bestelltes Land befäet war, aber nur ohngefähr die Hälfte der Halme in frischer Vegetation blieb, so glaube ich der Wahrheit am nächsten zu kommen, wenn ich sie in der Berechnung doppelt so groß annehme. Nun betrug die Production des Sauerstoffgas, wie zuvor berechnet, in 6 Tagen 37,88 Cub. Zoll; also kamen auf 1 Quadr. Zoll dieser Haberfläche in 24 Stunden eine Sauerstoffgas-Erzeugung von 3 Cub. Zoll; giebt für gewöhnlich bestelltes Land, nach obiger Schätzung, ohngefähr 1,5 Cub. Zoll.

Die Production des Sauerstoffgas nach diesem letzten Versuche war unter den drei verglichenen, wenn meine Schätzung richtig ist, verhältnismässig die geringste, ungeachtet die Sperrung nur 6 Tage unterhalten wurde, und die Vegetation den frühern meistens gleich kam. Das Wetter war, einige trübe Tage abgerechnet, günstig, und die Hitze der gegen den Apparat fallenden Sonnenstrahlen nicht so stark, dass daraus ein nachtheiliger Einfluss entstehen konnte. Diesen vereinten Ursachen, vorzüglich aber, dass über der verhältnismässig stark producirenden Fläche nur 11 Fliegen, also weniger, als über den beiden früher in Untersuchung gezogenen, befindlich waren, schreibe ich das grössere Verhältniss des Sauerstoffgas zu. Es scheint, als wenn diesmahl mehr producirt wurde, als zum Verzehren nöthig war. Ausserdem

muß ich noch bei einer Sache, die von so bedeutenden Folgen ist, den Umstand erwähnen, daß ich bei allen frühern Versuchen, die ich angezeigt und deren Berechnung ich beigebracht habe, den Apparat jedesmahl um 12 Uhr aus einander nahm, weil ich ihn um dieselbe Zeit zusammengesetzt hatte. Dieses letztere Mahl aber traf es sich, daß ich durch zufällige Abhaltungen daran gehindert wurde, und ihn erst halb 6 Uhr Nachmittags aufstellen konnte, daher ich ihn nach den verflossenen 6 Tagen um dieselbe Tageszeit wieder aus einander nehmen mußte, wo also den ganzen Tag die Einwirkung des Tageslichts Statt gefunden hatte.

Nehmen wir als die wahrscheinlichste Bestimmung durch Zahlen das Mittel aus den drei Resultaten, welche wir hier erhalten haben, so giebt dieses 1,74 Cub. Zoll Sauerstoffgas, welches in 24 Stunden von einem Quadr. Zoll Oberfläche entbunden wird, die mit vegetirenden Gewächsen bedeckt ist.

Jetzt wollen wir versuchen, beide Resultate, das eine, welches ich durch die Absorbition vermittelst verleuchtenden Phosphors, und das andere, welches ich durch die berechnete Consumtion durch lebende Fliegen erhalten habe, auf die Production des Sauerstoffgas durch die Vegetation auf der ganzen Oberfläche der Erde anzuwenden.

*Anwendung der Resultate auf die Natur im
Grossen.*

Nach einer mittlern Angabe, die der von Mannert am nächsten kommt, enthält die Erde 3000000 Quadr. Meilen Land. Rechnen wir, daß hiervon die Hälfte mit Vegetabilien überdeckt ist, indem wir die von ewigem Eise erstarrten Polargegenden, die Sandwüsten der heifßern Klimate, und die nackten Gebirge abrechnen, so bleiben 1500000 Quadr. Meilen übrig. Weil wir aber in den gemäßigten Zonen die Hälfte der Zeit Winter haben, und auch in den heißen Zonen die Vegetation während der Zeit der Dürre sehr verkümmert ist, so kommen wir gewiß der Wahrheit am nächsten, wenn wir wiederum nur die Hälfte, also 750000 Quadr. Meilen, vegetirendes Land rechnen. Diese Annahme ist gewiß eher zu klein, als zu groß, da selbst die kahlsten Felsen wenigstens mit Kryptogamiten überzogen sind, da ferner die saftigen und harzreichen Pflanzen nach Senecio, Sauffure und von Humboldt weit mehr Sauerstoffgas hergeben, als Pflanzen der Art, mit denen ich meine Versuche angestellt habe, und da endlich ein Wald weit mächtiger wirken muß, als eine mit niedrigen Kräutern bedeckte Fläche.

Nehmen wir also an, daß 750000 Quadr. M. vegetirende Fläche auf der Erde sind, und rechnen wir nach Klügel eine geographische Meile zu 22869,6 par. Fufs, also eine Quadr. Meile zu 523'018604 Quadr. Fufs, so hätten wir auf der

Erde zu aller Zeit $39''263953'120000$ Quadr. Fuß vegetirender Oberfläche.

Wenn nun nach den Berechnungen von Versuch 9. ein Quadr. Zoll Fläche in 24 Stunden 0,9, und also 1 Quadr. Fuß 0,9 . 144 Cub. Zoll, oder $0,9 \cdot \frac{144}{1728} = \frac{9}{12}$ Cub. Fuß Sauerstoffgas entbindet, so würde der vegetirende Antheil der Erde in 24 Stunden $29''419796'484000$ Cub. Fuß Sauerstoffgas produciren.

Da der Gegenstand der Untersuchung einer der wichtigsten im Gebiete der Naturlehre ist, so hielt ich es der Mühe werth, auch aus dem Mittel der zweiten Reihe von Versuchen, nach welchem 1 Quadr. Zoll vegetirender Fläche in 24 Stunden 1,74 Cub. Zoll Sauerstoffgas producirt, ein Resultat zu ziehen. Und das um so mehr, da die größere Production des Sauerstoffgas in diesen Versuchen der Wahrheit am nächsten liegend ist, indem sie ohne Zweifel als eine Folge des beständig erzeugten und durch die Pflanzen wieder zerlegten kohlenfauren Gas angesehen werden kann. Multiplicirt man nun die obige Zahl von Quadr. Fußen mit $1\frac{74}{12}$, so erhält man $57''205159'850000$ Cub. Fuß Sauerstoffgas, als so viel die Production aller Pflanzen auf der ganzen Oberfläche der Erde, so weit sie mit Pflanzen bedeckt ist, in 24 Stunden beträgt. Eine Mittelzahl, die aus diesen beiden Resultaten genommen wird, beträgt etwas mehr als 40 Billionen Cub. Fuß.

Die Quantität der gesammten *Consumtion* des Sauerstoffgas auf der Erde zu berechnen, ist ganz unmöglich. Wir können indessen wenigstens eine nicht unbedeutende Art der *Consumtion* auf Zahlen zurückbringen, nämlich wie viel die Menschen durch das *Athmen* verzehren.

Man rechnet nach Gaspari die Menschenmenge auf der ganzen Erde auf 900 Millionen. Nehmen wir nun mit Seguin und Lavoisier*) an, daß ein gesunder Mensch in 24 Stunden ohngefähr 22 Cub. Fufs Sauerstoffgas durch *Athmen* consumirt, so beträgt die *Consumtion* des Sauerstoffgas durch das ganze Menschengeschlecht nur 19800. Mill. Cub. Fufs in 24 Stunden. Davy**) rechnet 26 bis 27 *Athemzüge* in einer Minute, und darin eine *Consumtion* von Sauerstoffgas von 31,6 Cub. Zoll; folglich in 24 Stunden $\frac{24 \cdot 60 \cdot 31,6}{1728}$ $= 26\frac{1}{3}$ Cub. Fufs, und dieses gäbe für die gesammten Bewohner der Erde eine *Consumtion* von 23700 Mill. Cub. Fufs. Es betrüge demnach die *Consumtion* der Menschen noch nicht $\frac{1}{1083}$ der Menge von Sauerstoffgas, welche durch die Pflanzen nach einem Mittel aus meinen Versuchen beständig fort producirt wird.

Noch einige Bemerkungen.

Um meinen Versuchen nicht mehr Werth beizulegen, als sie wirklich haben, will ich hier selbst einige Mängel derselben anzeigen.

*) *Mém. de l'Ac. des sciences.* An 1790. Par. 1797. S. 601. M.

**) *S. Gilbert's Annal.* 19. S. 206.

M.

1. Weil mir bei den vorläufigen Versuchen über die Art, hierbei entscheidend zu experimentiren, die Zeit hinging, so habe ich die verschiedenen Gasarten, die im Spiele waren, und die Art ihres Verbrauchs nicht genau abmessen können, welches ich mir bei neuen Versuchen vorgesetzt habe. Ohne Zweifel entstand durch das Leben und Athmen der Fliegen kohlenfaures Gas, und dieses wurde durch die Pflanzen zerlegt, wie es im Großen gewöhnlich geschieht; dadurch wurde nichts abgeändert, vielmehr der Versuch der Sache um so viel ähnlicher. Allein nach Davy a. a. O. verzehrt ein Mensch durch die Respiration in einer Minute 5,2 Cub. Zoll Stickgas, folglich $\frac{1}{6}$ des verzehrten Sauerstoffgas, und es ist daher wahrscheinlich, daß auch die Fliegen in einem gleichen, oder vielleicht in einem noch grössern Maasse gleichfalls Stickgas verzehren. Diese Sache wird mir auch noch dadurch wahrscheinlich, daß ich jedes Mahl eine Verminderung des Luft-Volumens bemerkte, selbst bei Versuch 13., bei welchem die Quantität Sauerstoffgas eher vermehrt, als vermindert worden war. Auch finden wir in den Gewächsen, namentlich in den Halmen des Hafers, bei der Analyse häufig Substanzen, die vorher weder in der Erde, noch in den Bestandtheilen der Luft, noch im Wasser gebildet vorhanden waren, die folglich durch eine Zerlegung der Luft, oder durch andere bis jetzt unbekannte Verbindungen entstanden seyn können. Es verlohnt

sich daher allerdings der Mühe, auf alle und jede Vermehrung und Verminderung der angewandten oder erhaltenen Stoffe aufmerksam zu achten, um der Wahrheit so viel, als immer möglich ist, nahe zu kommen.

2. Es liegen zwar bei der gegebenen Rechnung zwei verschiedene Normen des Maasses zum Grunde, deren Verhältniß zu einander die Richtigkeit der als Norm angenommenen Grössen wahrscheinlich macht. Allein bei einer Sache, die von einer so ausnehmenden Wichtigkeit ist, genügt mir dieses noch nicht, sondern ich werde in Zukunft die Versuche noch einmahl mit andern Thieren, namentlich mit Gartenschnecken, vornehmen, von denen die Quantität des Sauerstoffgas, welches sie in einer gegebenen Zeit consumiren, schon durch frühere Versuche bekannt ist. Um aber auch dann die richtigsten Resultate zu erhalten, die unter den gegebenen Bedingungen zu erwarten sind, werde ich allemahl zwei Versuche unter möglichst gleichen Umständen neben einander anstellen, indem ich die athmenden Thiere in gleicher Anzahl zugleich in einen Sauerstoffgas producirenden Raum sperre. Die Kürze der Zeit, und die Ungewissheit, ob irgend ein Resultat erhalten werden könne, ließen bei der hier mitgetheilten Reihe von Versuchen diese Genauigkeit nicht zu.

3. Endlich kann ich nicht umhin, zu glauben, daß die Fliegen auch in einer verdorbenen Luft, wenigstens in einer, die geringer an Sauerstoffgas als die atmosphärische ist, leben können, und daß sie dann eine geringere Quantität Sauerstoffgas verzehren. Hierdurch wird die Richtigkeit der Größen etwas wankend, und es muß, zum vollgültigen Beweise, nothwendig erst ein unbestreitbarer Maassstab zum Grunde gelegt werden. Ueberhaupt aber bin ich weit entfernt, zu glauben, daß die erhaltenen Zahlenverhältnisse über jeden Zweifel erhoben sind, und eine mathematische Gewissheit zulassen.

Aller dieser Mängel ungeachtet sind indess die Versuche keinesweges gleichgültig, und auch die *Resultate* nicht unbedeutend, die aus ihnen hervorgehen. Stellt man dieselben in der Kürze zusammen, so sind sie folgende.

1. Daß zum Keimen der Samenkörner, und zwar wahrscheinlich aller, eine gewisse Menge Sauerstoffgas erfordert wird, ist längst erwiesen. Diese Wahrheit führe ich nur deshalb nochmals an, weil sich in der That eine ganz eigene Idee damit verbinden läßt. Unläugbar hängt bei weitem der grösste Theil aller Operationen in der Natur vom Zusammensetzen und Zerlegen ab, wie schon Viele vor mir angenommen haben, und worauf mein System der atomistischen Physik eigentlich gebauet ist. Das zerlegende Agens ist das

Licht, mit seinen Modificationen, also hauptsächlich dieses selbst, und die Elektricität. Das am häufigsten Zerlegte, welches so allgemein verbreitet ist, und welches eben durch seine natürliche Beschaffenheit, vorzüglich aber durch seine verschiedenen Modificationen, in denen es erscheint, und endlich durch seine Bestandtheile, in die es zerlegt wird, ein vorzügliches und sehr allgemeines Zwischenmittel anderer Zerlegungen abgiebt, ist das Wasser. Zwei vorzügliche Mittel zur Zerlegung desselben sind die Pflanzen und die Volta'sche Säule; erstere, weil durch sie der eine Bestandtheil desselben, der Sauerstoff, frei wird, und letztere, weil sie beide Bestandtheile frei macht. Hier dringt sich von selbst die Bemerkung auf, daß zwischen beiden eine auffallende Uebereinstimmung Statt findet. Beide Mittel nämlich bedürfen, um in Thätigkeit gesetzt zu werden, zuerst das Sauerstoffgas, welches beide zugleich frei machen; denn bekanntlich hört die Action der Säule im Stickgas auf, und das Keimen der Pflanzen in demselben ist unmöglich. Wenn aber nach Senebier die keimenden Pflanzen Wasserstoffgas entbinden, so ist in diesem Falle der Process so viel eigenthümlicher, indem eben diese Substanzen im Anfange der Vegetation gerade den umgekehrten Process ausüben, als in der Folge derselben. Uebrigens verdienen diese Versuche noch aufs neue wiederholt zu werden.

2. Dafs die Vegetation das einzige Mittel sey, wodurch die consumirte Quantität Sauerstoffgas in der Atmosphäre wieder ersetzt wird, und dafs dieses Mittel eine genügende Quantität zu liefern vermag, dieses ist nun wohl keinem Zweifel mehr unterworfen. Mag man die von mir angestellten Versuche bei den vielen Schwierigkeiten, denen sie unterworfen sind, noch so geringe anschlagen, so wird dennoch ein jeder auf die leichteste Weise zu der festen Ueberzeugung von dieser Wahrheit gelangen können. Man nehme zu diesem Zwecke nur, wie ich häufig versucht habe, zwei gleich grofse Glocken, sperre unter beide eine gleich grofse Anzahl Fliegen bei hinlänglicher Nahrung, in die eine mit, in die andere ohne wachsende Vegetabilien. Es wird nie fehlen, dafs die Fliegen in der erstern in einer gewissen Zeit sterben, wenn sie in der andern nach einer doppelt so langen Zeit noch munter sind. Stellt man alsdann, ohne weitere eudiometrische Prüfungen, nur die Berechnung über die Production einer bestimmten Fläche an, selbst zugestanden, dafs nach der doppelten Zeit auch die zweite Glocke reines Stickgas enthielte, und bestimmt hiernach die Quantität, welche die ganze vegetirende Oberfläche der Erde produciren kann, so wird jeder Zweifel schwinden.

3. Wenn man das quantitative Verhältnifs der Production und Consumption des Sauerstoffgas berücksichtigt, so ist die berechnete Quantität der

Production allerdings groß; allein man kann gegen sie weder einen Einwurf davon hernehmen, daß sie zu groß, noch davon, daß sie zu klein sey. Denn erstlich kann man die Quantität nicht zu geringe nennen; die Versuche wurden theils nicht mit Pflanzen angestellt, denen eine vorzüglich starke Entbindung des Sauerstoffgas eigen ist, wie sie einstimmig den saftigen und harzreichen Vegetabilien zugeschrieben wird, theils habe ich, wie schon erwähnt, jedes Mal nur eine dünne Fläche in Untersuchung gezogen, die mit der Dicke eines Kornfeldes, oder noch mehr eines Waldes, in gar keiner Vergleichung stehen kann. Endlich aber, und dieses ist bei weitem das Wichtigste, ist es ganz unmöglich, in einem verschlossenen Raume die Bedingungen zu erreichen, die in der Natur Statt finden, namentlich den stets erneuerten freien Zutritt der Luft und die ungehinderte Verdunstung. Der erstere macht die Pflanzen kräftiger, und also thätiger in ihren Functionen; die letztere ist aber ohne Zweifel ein sehr bedeutendes Beförderungsmittel. Indem nämlich vermöge der Verdunstung das Wasser beständig durch die Pflanzen aufsteigt, haben sie Gelegenheit, einen Theil desselben zu zerlegen, gerade wie dieses von den Thieren mit denjenigen Substanzen geschieht, die sie zerlegen, und sich zum Theil aneignen. Bemerkt man aber die übermäßige Feuchtigkeit in einem eingeschlossenen Raume, worin Pflanzen vegetiren, worin kein

Stück Zucker nur sechs Stunden ausdauern kann, ohne gänzlich zu zerfließen, so sieht man hierin leicht den Grund, daß sie in demselben so bald absterben; am sechsten Tage fangen sie meistens schon an zu erkranken, und bis 12 Tage werden sie so wässeriger und krankhafter Natur, daß sie von selbst zu zerfallen beginnen. So ist also im Thierreiche und im Pflanzenreiche gehemmte Ausdünstung eben so wohl, als übertriebene schädlich, und wir entdecken abermahls eine überraschende Gleichheit unter diesen beiden Reichen.

Viel weniger aber kann und wird man auf der andern Seite den Einwurf machen, daß nach der Berechnung die Production zu groß seyn würde. Zwar nimmt die Consumtion durch das Athmen der Menschen nur einen geringen Theil Sauerstoffgas von der producirtten Menge weg, allein die Menschen sind auch wirklich nur ein geringer Theil der Sauerstoffgas-consumirenden Wesen. Wenn aber auch gar keine anderweitige Consumtion durch lebende Wesen Statt fände, so könnte hieraus noch gar kein Einwurf hergenommen werden, indem die Pflanzen selbst alles producirtte Sauerstoffgas endlich wieder verzehren. Wir sind also eigentlich nur um eine gewisse Quantität im Vorschuss, so daß wieder eine neue producirt wird, bis diese verzehrt ist. Moses hat in seiner Angabe also wieder sehr wahr berichtet, wenn er erzählt, daß erst das Wasser geschieden wurde,

und Kräuter wuchsen, ehe die lebenden Wesen hervorgingen.

4. Dafs ganze Strecken als Sandwüsten ohne Vegetation sind, Tausende von Quadratmeilen im Winter öde liegen, und dafs endlich unermessliche Flächen Wasser kein Sauerstoffgas produciren, und dafs dennoch auch hier beständig ein hinlänglicher Vorrath vorhanden ist, kann nicht als ein Gegenbeweis der Theorie angesehen werden. Theils ist die Verwandtschaft beider Gasarten so stark, dafs das Stickgas das Sauerstoffgas bis zur Sättigung beständig anzieht, theils und hauptsächlich sind die Strömungen in der ganzen Atmosphäre so ununterbrochen, allgemein und gewaltfam, dafs die Mischung immer wieder aufs neue hergestellt wird. Denn wenn gleich in den untern Regionen gänzliche Ruhe herrscht, so ist meistens in den obern heftige Bewegung. Ob dann das schwerere Sauerstoffgas eine Geneigtheit hat, herab zu sinken, wie dieses bei der Kohlensäure gewifs der Fall ist, wage ich nicht zu bestimmen. Die Natur käme sich dann abermahls durch ein leichtes Mittel in ihren complicirten Processen zu Hülfe. Uebrigens ist die Ruhe in der Atmosphäre, so wie sie anscheinend existirt, oder existirend gedacht wird, nur eine Täuschung, indem nach der Natur der Flüssigkeiten eine jede Bewegung eben solche Strömungen hervorbringt, als wir diese im Wasser wahrnehmen, worin ein fester Körper bewegt wird. Hiervon liegt schon ein un-

unflüchtiger Beweis in dem Flackern des Lichts in einem Zimmer, worin ein Mensch hin und her geht, ja es muß in jedem Falle durch das Athmen selbst eine nicht unbedeutende Bewegung entstehen. Wären alle diese Mittel der Mischung und des stets wieder hergestellten Gleichgewichts nicht wirklich vorhanden, so müßte eine Menschenmenge in jedem Zimmer und sogar ein einzelner Mensch in einem kleinen Zimmer nach einigem Aufenthalte in demselben unfehlbar ersticken. Ueberhaupt läßt sich dieser Einwurf, falls er ernstlich gemacht würde, sehr bald durch Rechnungen genugthuend widerlegen, wenn man zeigt, wie durch eine einzige Bewegung in der Atmosphäre, worin der Zersetzungen so viele vorgehen, nicht selten Hunderte, ja Tausende von Cubik-Meilen Luft von einem Orte zum andern geführt werden.

Endlich übergehe ich noch manche Folgerungen; die sich in Betreff der Pflanzenphysiologie aus den angestellten Versuchen, hauptsächlich zur Bestätigung oder Berichtigung älterer Behauptungen herleiten lassen. Namentlich erhält der Satz, den Foureroy aufgestellt hat *), daß die Farben der Blumen von der Quantität des in ihnen enthaltenen Sauerstoffs abhängen, eine leichtere Ansicht und neue Bestätigung. Die Pflanzen haben nämlich im Allgemeinen die Function, das

Waf-

*) S. *Annales de Chimie*, bei Gren *Journal der Physik*, III. S. 168.

Wasser zu zerlegen, und ihre Farbe richtet sich dann nach der Quantität Sauerstoff, den ihre verschiedenen Theile vermöge der respectiven Attraction zurückbehalten. Ob nun aber im Gelb die höchste Stufe der Oxydirung angetroffen werde, wie Fourcroy meint, oder vielmehr, wie ich es wahrscheinlicher finde, im Weiß, und die niedrigste im Schwarz, so daß das Grün zwischen diesen beiden in der Mitte liegt, weil bei dieser Farbe der Scheidungsproceß in größter Thätigkeit ist, hierüber zu entscheiden überlasse ich gern den Chemikern.

Der Geruch der Pflanzen setzt jedes Mahl ein verflüchtigtes ätherisches Oehl voraus, dessen wesentlichster Bestandtheil Wasserstoff ist. Die grünen Theile der Pflanzen, die hauptsächlich den zweiten Bestandtheil des Wassers, nämlich Sauerstoffgas, frei machen, liefern wenig ätherisches Oehl, und haben daher seltener einen starken Geruch, als die Blumen, wiewohl derselbe bei vielen, namentlich dem Lavendel, den Birken u. a. nicht zu verkennen ist, in denen sich inzwischen leicht das Oehl nachweisen läßt. Stärker ist in der Regel allemahl der Geruch, den die Blumen verbreiten, und diese sind auch diejenigen Theile der Pflanzen, in denen die Producirung des ätherischen Oehls vorzüglich vor sich geht, indem sie ein verschiedenes Quantum Sauerstoffgas aus dem zerlegten Wasser zurückbehalten, und den freien Wasserstoff, in verschiedenen Verhältnissen ge-

mischt, als ätherisches Oehl frei lassen. Das respective Quantum des in den Blumen gebundenen Sauerstoffes und freiwerdenden Wasserstoffes modificirt dann die Farben der Blumen und ihren Geruch; abermahls ein auffallendes Beispiel, wie die Natur die verschiedenen Zwecke durch dieselben Mittel eben so geschickt erreicht, als dabei zugleich Mannichfaltigkeit zur Einheit verbindet, um vollkommen und schön zu seyn. Dieses liesse sich noch durch mehrere Anwendungen darthun, allein atch ohne diese Untersuchungen hoffe ich für die Erweiterung der Wissenschaft vorerst genug gethan zu haben, wenn es mir gelungen ist, das schwere Problem über die Entstehung des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft zu lösen.

VIII.

EINIGE BEMERKUNGEN

über Hrn. Prof. Gerstner's Theorie der Wellen,
über Beobachtungen Ramond's, das Barometer
betreffend, und über die Wolken,

vom

Dr. BRANDES zu Eckwarden.

Aus Briefen an den Prof. Gilbert.

— — Ueber die *Wellen* möchte ich gern etwas recht Gründliches und Vollständiges *lesen*, aber nicht *schreiben*. Die Sache hat für mich das größte Interesse, aber die Wellen sind so schlüpfrig, schnell und wogend, daß sie dem Beobachter unter den Augen entweichen, ohne daß man sie auch nur mit den Gedanken festhalten kann. Die Theorie des Hrn. Prof. Gerstner in Prag verdiente sehr den Platz, den Sie ihr in den *Annalen* [1809. St. 8.] eingeräumt haben; ich halte sie für den glücklichsten Gedanken, der je über die Wellen gedacht ist; aber er erschöpft die Materie noch nicht ganz. Ich habe in meiner Bearbeitung der Eulerschen hydrodynamischen Abhandlungen etwas von dem gesagt, was hier noch fehlt und was auch ich nicht zu ersetzen weiß. Dahin gehört, daß Hr. Gerstner das Fortlaufen der Wellen nicht vollkommen erklärt. Man müßte überdies bei den Wellen,

welche auf dem Meere vorkommen, nothwendig auf den Anstoß des Windes Rücksicht nehmen, der sie fortreibt. Aber dieser Anstoß hebt, so viel ich einsehe, das einfache schöne Grundgesetz der Gerstner'schen Theorie ganz auf. Denn es muß, wenn ich nicht sehr irre, dieser Druck in der Oberfläche an der Windseite stärker seyn, als an der vom Winde abgekehrten Seite, und dieser Ueberschuß wird wohl nicht ganz auf das Forttreiben verwandt, sondern auch auf die Bestimmung der Gestalt. Für die Praxis, besonders auch für den Deichbau, wären Versuche über die Kraft der überschlagenden Wellen sehr interessant, und solche Versuche scheinen mir nicht gerade unmöglich zu seyn; aber sie erfordern Vorrichtungen, die eine gewisse Solidität haben müssen, um dem Stosse genug zu widerstehen, und die sich auch ziemlich leicht müssen transportiren lassen, um sie schnell an die passende Stelle zu bringen. Die Untersuchung würde aber immer große Umsicht, Geschicklichkeit und Geduld erfordern, und endlich doch vielleicht nicht ganz zu Resultaten führen, weil es zu schwer seyn mögte, alles ganz genügend einzurichten.

Eine Berichtigung hätte ich beigefügt gewünscht. Hr. Prof. Gerstner sagt (Ihre *Annal. N. F. B.* 2. S. 417.), es sey schon vorläufig gewiß, daß die *Linie gleicher Drucke*, für welche er die Gleichung aufsucht, mit dem Wege jedes Theilchens einerlei ist. Dieses mußte also allemahl der

Fall seyn, welches nicht richtig ist; denn bei allen andern Bewegungen geht jedes Theilchen nach Stellen hin, wo es einen andern Druck leidet, als zuvor. Auch ist es nicht ganz genau, wenn Hr. Gerstner sagt, der Druck sey an beiden Seiten dieser Linie gleich. Eigentlich ist er das nicht; denn wenn er in $AMB = p$ ist (Fig. 4. Taf. IV.), so geht er in amb in $p + dp$ über. Dieses alles findet Hr. Gerstner selbst nachher; er hat also nur darin sich ein wenig übereilt, daß er nicht zu Anfange *als eine willkührliche Voraussetzung* annimmt, daß die Linie der gleichen Drucke p mit dem Wege der Theilchen übereinstimme. Dieses und einiges anderes habe ich in meiner Bearbeitung von Euler schon bei Gelegenheit der Gerstner'schen Theorie gesagt, die ich dort nach meiner Art dargestellt habe.

Auch die Anwendung, welche Hr. Gerstner S. 440. von seiner Theorie auf den *Wasserbau* macht, räume ich nicht ganz ein. Die Theorie gilt nur für Wellen, die ganz frei fortgehen; also nur allenfalls für den Druck, den ein einzeln im freien Strome stehender Pfahl leidet; aber schwerlich für ein langes Ufer, wo die Bewegung gänzlich gehemmt und irregulär gemacht wird. Ueberdies sind es vorzüglich die überschlagenden Wellen, die bei ihrem, durch den Sturm noch heftiger gemachten Sturze den Ufer- und Wasserbauten gefährlich werden, und diese liegen ganz außer den Gränzen der Theorie. Re-

guläre Wellen kommen bei Sturm fast nie ans Ufer, weil, wenn die Untiefe ihre Bewegung stört, sie allemahl oben schneller als unten fortgehen und endlich überstürzen, und da, wo der Grund tief genug ist, doch der Schlag an das Ufer zurückgehende Wellen hervorbringt, welche die ankommenden stören und spitzer, höher und gefährlicher machen.

Sie haben im 6. Stücke Ihrer Annalen, Jahr 1809 (N. F. B. 2. S. 222.) eine Abhandlung des Hrn. Ramond über das *Höhenmessen mit dem Barometer* im Auszuge mitgetheilt, in welcher unter andern aus den Beobachtungen gefolgert wird, daß Barometermessungen, die man früh Morgens, oder spät Abends anstellt, die Höhen zu klein geben. Es ist mir aufgefallen, daß Hr. Ramond hierfür keinen Grund aufsucht. Mir scheint diese Anomalie aus folgenden Betrachtungen erklärlich zu seyn.

Bezeichnet man den Druck der Luft, oder den Quecksilberstand in der unbestimmten Höhe z mit p , und in der Höhe $= 0$ mit a , und setzt man die specifische Elasticität der Luft bei der unten Statt findenden Wärme $= \frac{a}{b}$, hingegen bei der in der Höhe z Statt findenden Wärme $= \frac{a}{b} \left(1 + \frac{r}{c}\right)$; so ist $\log. \frac{a}{p} = \frac{b}{a} \int \frac{dz}{1 + \frac{r}{c}}$, wobei r den Unterschied der Thermometerstände in den Höhen 0 und z , c aber eine beständige an-

derswoher bekannte Zahl bedeutet. Ich will annehmen, die Wärme sey in irgend einer bestimmten Höhe h eben so groß als unten gefunden; dann nimmt man gewöhnlich an, r sey überall $= 0$, und setzt $z = \frac{a}{b} \log. \frac{a}{p}$. Aber dieses ist nicht

immer richtig. Es sey nämlich AB (Fig. 5. Taf. IV.) die Höhe, in deren beiden Endpunkten, A und B , $r = 0$ ist, aber AEB sey die Scale der r für kleinere Höhen als h . Ferner sey aeb so gezeichnet, daß jede Ordinate dieser krummen Linie der Größe

$\frac{c}{c+r}$ proportional ist, wenn für r der mit eben

der Abscisse zusammen gehörige Werth aus der Scale AEB genommen wird. Dann ist jeder Theil der Fläche $ABba$, welche mit Abscissen z zusammen gehört, dem Integrale $\int \frac{dz}{1 + \frac{r}{c}}$ propor-

tional; also wenn jetzt $AB = z$ die zu bestimmende Höhe ist, $\log. \frac{a}{p} = \frac{b}{a} \cdot \frac{ABba}{Aa}$. Ist die Wärme in dem Zwischenraume zwischen A und B größer als in diesen beiden Punkten, so ist $ABba$

kleiner als $AB \cdot Aa$; ich will setzen $= \frac{m}{n} AB \cdot Aa = \frac{m}{n} \cdot z \cdot Aa$. Also $\log. \frac{a}{p} = \frac{b}{a} \cdot \frac{m}{n} Z$ und

$Z = \frac{a}{b} \cdot \frac{n}{m} \cdot \log. \frac{a}{p}$, welches größer als $\frac{a}{b} \log. \frac{a}{p}$ ist, weil $\frac{m}{n}$ ein eigentlicher Bruch war. Die genaue Methode giebt also in diesem Falle die Höhe

größer als die gewöhnliche, und deshalb findet

man in diesem Falle, der gerade Morgens und Abends Statt findet, die Höhen zu klein, wenn man auf die Gestalt der Wärmescale nicht sieht. Dafs aber früh Morgens und ganz vorzüglich bei Sonnenuntergang die Wärme in geringen Höhen gröfser als dicht an der Erde ist, beweisen Pic-tet's, Six's und meine eigenen Beobachtungen. Ich glaube daher, dafs es gar keiner andern Hypothesen zu Erklärung dieser Erfahrung bedarf. Auch das, dafs man im Sommer, zumahl an heifsen Tagen, die Höhen gröfser findet, als im Winter (*Ann. N. F.* II, 223.), läfst sich auf dieselbe Weise erklären. Alsdann nämlich hat die Wärmescale etwa eine solche Gestalt, wie *GHI* Fig. 6. Taf. IV. (obgleich nicht so stark gekrümmt), und der Einflufs, den jetzt das richtig genommene Integral hat, stimmt gerade mit *Ramond's* Bemerkung überein.

Da das Gesetz der Wärme-Abnahme in geringen Höhen so sehr variabel ist, zu jeder Tagesstunde anders, so müssen hierdurch an einem feststehenden Barometer, welches sich in einiger Höhe befindet (wären es auch nur 20 Fufs), Variationen der Quecksilberhöhen hervorgebracht werden. Bleibt nämlich unmittelbar an der Erde der Druck constant, so mufs in jener Höhe das Barometer um Mittag (nach Anbringung aller Correctionen) niedriger stehen, als Abends, und es würden sich hieraus die Seite 224. Ihrer *Annalen* erwähnten täglichen Variationen des Barometers

ters vielleicht völlig erklären lassen, wenn man wüßte, wie die Wärmescale sich während der Nacht ändert. Hierüber aber sind mir keine Beobachtungen bekannt, da die von Six unvollkommen sind. — So würde man vielleicht den vertikalen Strömungen, aus denen Hr. Ramond alles dieses erklären will, und deren Einfluss mir unbedeutend scheint, gar nichts hierbei zuzuschreiben nöthig haben.

Ich weiß nicht, ob diese Bemerkungen neu sind, ich erinnere mich aber nicht, sie irgendwo gefunden zu haben.

Gegen die mathematischen Begriffe von der *Entstehung der Wolken und des Regens*, die Hr. Soldner in eben diesem Hefte ihrer *Annalen*, S. 214. vorträgt, muß ich noch ein Wort sagen. Könnte man die Wolken bloß aus hygrometrischer Feuchtigkeit (wenn ich diesen unbequemen Ausdruck gebrauchen darf) erklären, so wäre nicht einzusehen, wie aus einer Gewitterwolke ganze Centner von Wasser herab kommen können, während dicht dabei die Luft ganz blau ist, und also gar keinen niedergeschlagenen Dunst enthält. Auch sagt man ja, daß da, wo Wolken sich bilden, der Dunst gleichsam sprudelnd, also plötzlich entstehend, erscheint, und lange nicht so leise, wie etwa der Thau am Sommerabend.

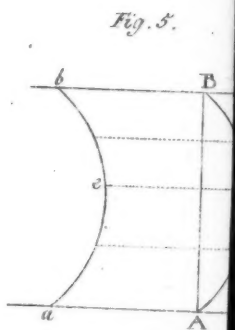
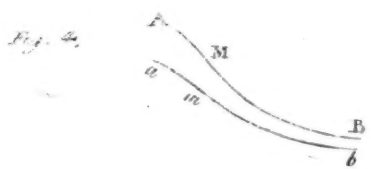
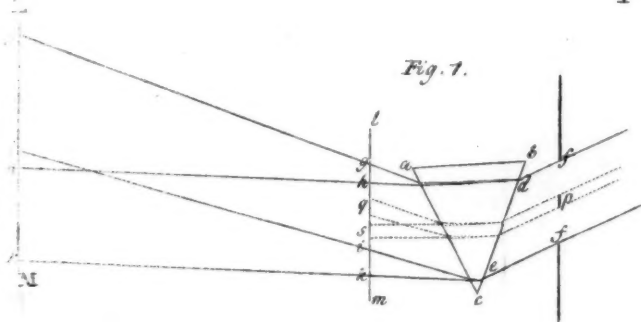
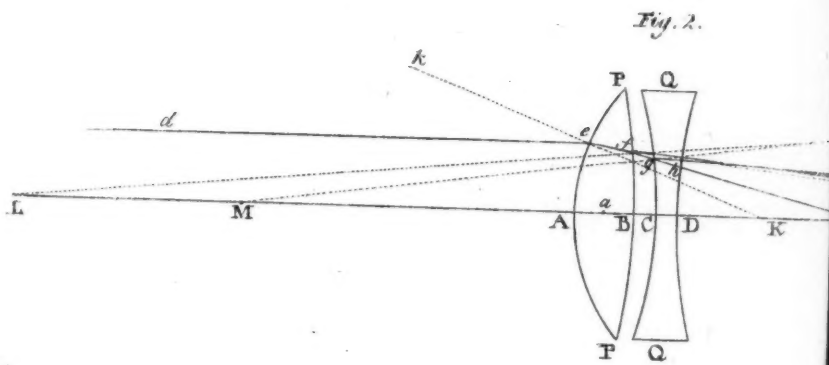
Unter dem vielen Räthselhaften, was die Wolken darbieten, scheint mir Folgendes besonders auffallend. L. Howard bemerkt in seinem *Annal. d. Physik. B. 34. St. 3. J. 1810. St. 3.* A 2

sungen, welche mit ihnen auf denselben Bergen an verschiedenen Tagen gemacht wurden, wichen nur 8 bis 10 Fufs von einander ab. Die Rechnung wurde nach den Kramp'schen Formeln geführt. — — Vorüberziehende Schnee- und Hagel-Wolken änderten den Barometerstand in ein Paar Minuten um 0,3 Lin. Uebrigens gehören die Messungen mit dem Barometer zu den angenehmsten in der praktischen Geometrie, seitdem die Barometer so einfach und so genau sind, und seitdem die ganze Rechnung fast in weiter nichts, als einem einzigen Multiplications-Exempel besteht.

Der *Lacher-See*, ein vormahliger Krater, liegt nur 2 Stunden von Andernach und 666 par. Fufs über dem Rheine. Man braucht 2 Stunden, um ihn zu umgehen; seine Fläche beträgt 1300 Morgen, seine Tiefe, 100 Fufs; er hat 40 Quellen und friert fast nie zu. — — Er ist, so wie die Vulkane im Monde, mit einem hohen Wallgebirge umgeben, an dessen Abhänge die ehemahlige Abtei Lach liegt. Der *Gänsehals*, ein Berg, 1 St. vom Lacher-See, hat eine Höhe von 1460 Fufs über dem Rheine bei Andernach.

Das *Siebengebirge* ist 600 Fufs niedriger, als Herr Geh. R. Nofe und alle Reisebeschreiber, die ihm gefolgt sind, es angeben. Der *Drachensfels* und die *Wolkenburg* haben eine Höhe von 836 Fufs über dem Rheine; sie liegen dem Strome am nächsten. Die beiden höchsten, der *Oehlberg* und die *Löwenburg*, haben 1170 Fufs Höhe über dem Rheine.

Die *Wipper* liegt zu Elberfeld noch über 200 Fufs höher, als bei ihrem Ausflusse in den Rhein unterhalb Opladen. — — Die Bergwasser in unsern Fabrikgegenden haben ein außerordentlich starkes Gefälle. Auf der kleinen Strecke von Wipperfurth bis Elberfeld stieg das Quecksilber im Barometer über 4 Linien. — —



Gilb. N. Ann. d. Phys.

Fig. 2.

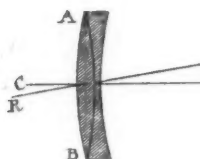
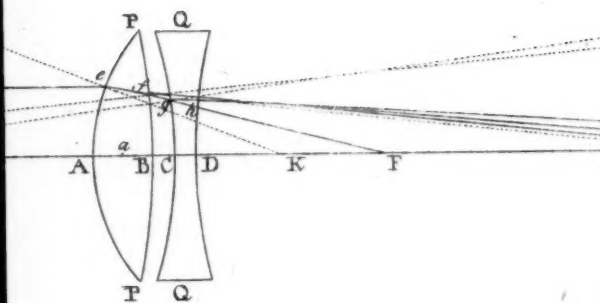
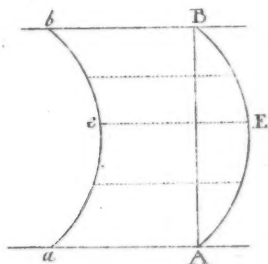


Fig. 5.



Gill. N. Ann. d. Phys. 4^e B. 3^e H.

Taf. IV.

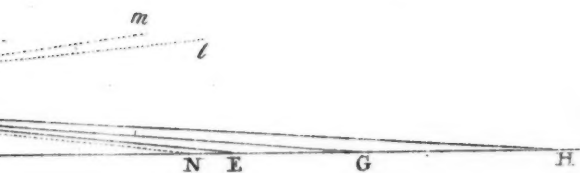


Fig. 3.

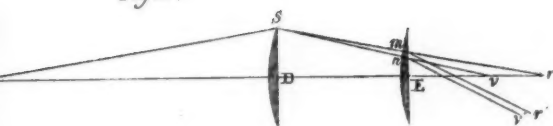


Fig. 6.

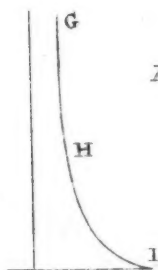


Fig. 1.

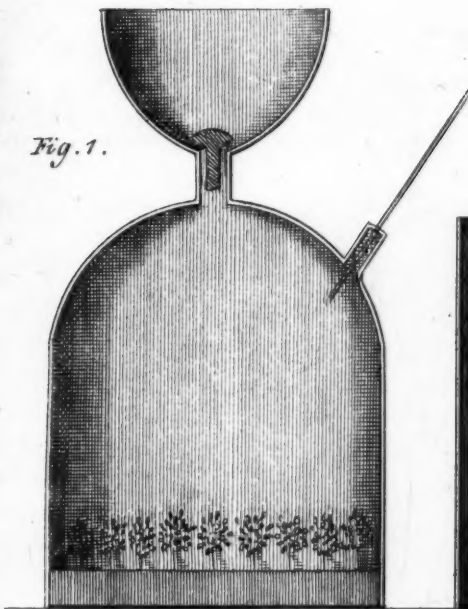
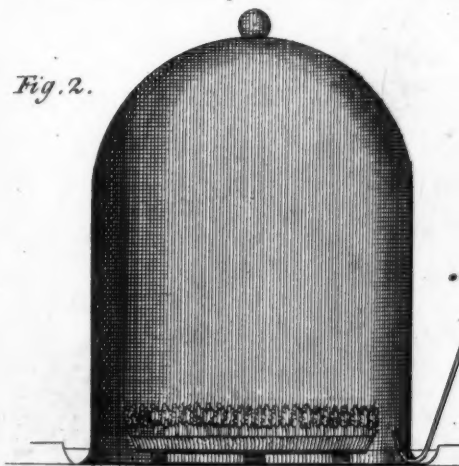
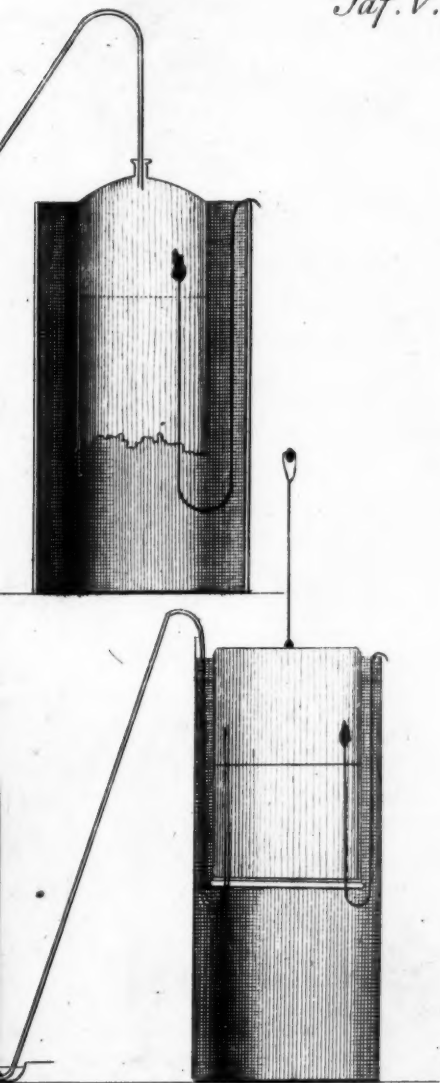


Fig. 2.



Taf. V.



d. Phys. 4^r B. 3^e H.

J

de

vo

1

I

re

eff

ne

ub

ke

sch

br

fir

gel

zu

A

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1810, VIERTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

der Camera Lucida, eines zum Aufnehmen von Gegenden und zum verkleinernden oder vergrößernden Nachzeichnen bestimmten Instruments,

von

W. H. WOLLASTON, M. D.

Secretär der Londner Societät.

Frei übersetzt von Gilbert.

Ich bin in der Kunst des Zeichnens wenig erfahren, versuchte aber doch vor Kurzem, einige interessante Ausichten zu meinem Vergnügen aufzunehmen. Dieses führte mich sehr natürlich darauf, über die leichteste und bequemste Art nachzudenken, wie sich die Gegenstände vor mir, nach ihrer scheinbaren gegenseitigen Lage, auf das Papier bringen lassen; und ich darf hoffen, daß das Instrument, welches ich zu diesem Zwecke angegeben habe, selbst denen, welche in der Kunst zu zeichnen geschickter sind als ich, nicht unwill-

Annal. d. Physik. B. 34. St. 4. J. 1810. St. 4.

Bb

kommen seyn werde, da es viele Vorzüge vor der *Camera Obscura* besitzt.

Man wird die Gründe der ganzen Einrichtung am deutlichsten übersehen, wenn ich umständlich erzähle, wie ich Schritt vor Schritt zu derselben gekommen bin.

Man lege vor sich auf einen Tisch ein Blatt Papier, sehe senkrecht auf dasselbe herab, und bringe über dasselbe in geneigter Lage eine ebene Glascheibe, so daß sie mit dem Tische, nach dem Beobachter zuwärts, einen Winkel von 45° bilde. Man sieht dann in der Glascheibe die vorliegende Gegend sich spiegeln, und erblickt sie in derselben Richtung, in welcher man durch das Glas das Papier gewahr wird. Es liesse sich folglich von ihr leicht eine Skizze auf das Papier entwerfen; in dieser Zeichnung aber würden die Gegenstände in verkehrter Lage, das heisst, was rechts ist, links, und was links ist, rechts erscheinen.

Um die Gegenstände in ihrer richtigen Lage zu sehen, bedarf man zweier Zurückwerfungen. Die durchsichtige Glastafel muß folglich dann nur um die Hälfte von 45 Grad gegen den Tisch geneigt werden, damit sie die Gegend einer zweiten, höher liegenden, und gegen sie um einen gleichen Winkel geneigten Glastafel zuwerfe, und wenn nun die Strahlen von dieser in das senkrecht darüber befindliche Auge kommen, so erscheint die Gegend wiederum auf dem Papiere auf derselben Stelle, jetzt aber richtig, und nicht, wie zu-

vor, verkehrt. Man sieht sie auf diese Art mit hinlänglicher Deutlichkeit, um die vornehmsten Lagen auf dem Papiere bemerken zu können.

Da indess der Bleistift und die Gegenstände, welche mit demselben gezeichnet werden sollen, in sehr verschiedenen Entfernungen vom Auge sind, so vermag man nicht beide zugleich mit Deutlichkeit zu sehen. Das widerstreitende Bestreben, sich so einzurichten, daß jenes, und daß auch diese mit Deutlichkeit erscheinen, ist auf die Länge für das Auge schmerzhaft. Diesem läßt sich dadurch abhelfen, daß man das Papier und den Bleistift durch eine erhabene Glaslinse beschauet, von einer solchen Brennweite, daß keine andere Einrichtung des Auges nöthig ist, als die, bei der es die entferntesten Gegenstände deutlich sieht. Diese zeigen sich dann nicht bloß in der *Richtung*, in der man das Papier sieht, sondern das Papier erscheint auch so, als hätte es mit ihnen einerlei *Entfernung*, daher sie sich alsdann mit Leichtigkeit und in aller Genauigkeit auf dem Papiere nachzeichnen lassen. Fig. 1. Taf. V. stellt diese Einrichtung dar: *ab* ist das durchsichtige Glas; *bc* der untere Reflector; *bd* eine convexe Glaslinse von 12 Zoll Brennweite; nach *e* zu ist das Auge, und *fghe* stellt den Gang der Strahlen vor.

In manchen Fällen ist eine andere Einrichtung vorzuziehen. Für Kurzsichtige ist das convexe Glas nicht brauchbar; sie bedürfen vielmehr

eines Hohlglases, um die entfernten Gegenstände mit Deutlichkeit zu sehen. In Fig. 3 stellt *ik* die Fassung eines Hohlglases vor, welche sich um dieselbe Axe *h* drehen läßt, als die Fassung *lm* eines Convexglases. Je nachdem das Auge dessen, der das Instrument gebrauchen will, kurzsichtig oder weitsichtig ist, wird jenes oder dieses Glas in die gehörige Lage vor das Instrument gedreht. Diejenigen, deren Auge beinahe vollkommen ist, können nach Belieben das eine oder das andere dieser Gläser gebrauchen.

In dieser Figur stellt *gg* das Instrument selbst vor. Es weicht, wie man sieht, von der eben gegebenen Beschreibung sehr ab, mit der ich mit Fleiß angefangen habe, weil die Wirkung der Reflectoren, wie sie in derselben angegeben ist, allgemeiner verstanden wird, als die, auf welcher die Einrichtung des Instruments beruht. Wer indess in der Optik nicht fremd ist, wird leicht den Vorzug prismatischer Reflexion für diesen Fall übersehen. Bekanntlich ist die brechende Kraft des Glases so groß, daß wenn ein Lichtstrahl, der in ein massives Stück Glas hinein getreten ist, um wieder hinaus zu treten, auf eine der Oberflächen so auffällt, daß er gegen dieselbe unter einem Winkel von nur 22 bis 23 Grad geneigt ist [mit dem Einfallslothe also einen Winkel von 67 bis 68° macht], das Glas kein Lichttheilchen durch diese Oberfläche hinaustreten läßt, sondern den ganzen Strahl zurück wirft, so daß die Glasfläche

in diesem Falle zu dem hellsten und lichtstärksten Reflector wird, den man nur finden kann.

In Fig. 2. sieht man den Querschnitt eines solchen soliden prismatischen Glaskörpers, in dessen Innerem beide Zurückwerfungen, auf welche es hier ankommt, vor sich gehen, die eine an der Oberfläche *ab*, die andere an der Oberfläche *bc*, so daß der Lichtstrahl *fg*, nachdem er zum ersten Mahle in *g* und zum zweiten Mahle in *h* zurückgeworfen worden, in der auf seinem anfänglichen Wege *fg* senkrechten Richtung *he* in das Auge kommt.

Bei dieser Einrichtung ist noch ein Umstand zu beachten, den ich hier erläutern muß. Wenn die Reflexion von einer durchsichtigen Glasebene bewirkt wird, so sind die Gegenstände, welche hinter ihr liegen, (haben sie nur Licht genug) durch sie hindurch eben so gut zu sehen, als das reflectirte Bild. Dieses findet nicht Statt, wenn man sich des prismatischen Reflectors bedient, da er kein Licht in gerader Richtung durch sich hindurch läßt. Man muß dann, um auf die Gegenstände zu sehen, welche hinter demselben liegen, das Auge nöthwendig so stellen, daß die obere Schneide des Prisma nur von einem Theile der Pupille die Strahlen der hinter dem Prisma befindlichen Gegenstände abhält, wie das der Fall ist, wenn *e* die Pupille bedeutet. Um zu verhindern, daß man nicht im Nachzeichnen des dargestellten Bildes unterbrochen werde, wenn man während des

Zeichnens das Auge, sich unbewußt, aus dieser Stelle verrückt, ist an dem Instrumente eine Vorrichtung angebracht, durch die sich die Menge des Lichts, welches von den abzuzeichnenden Gegenständen, und die, welche von dem Papiere kommt, mittelst eines kleinen Lochs reguliren läßt, welches in einer Messingplatte angebracht ist, die sich bei *c* (Fig. 3.) um eine Axe dreht. Durch dieses Mittel kann man das Instrument so adjustiren, daß es jeder Ungleichheit der Helligkeit, die vorkommen dürfte, gemäß ist.

Da sich das Instrument beim Nachzeichnen sehr nahe bei dem Auge befindet, so braucht es nur klein zu seyn. Ich habe aus mehrern Gründen der kleinsten Größe, in der es sich mit Genauigkeit ausführen läßt, den Vorzug gegeben, und es in einem so kleinen Formate erhalten, daß die Oeffnung der Linse mehr nicht als $\frac{1}{4}$ Zoll beträgt.

Die ursprüngliche Absicht bei diesem Instrumente ging zwar bloß dahin, das Zeichnen der Gegenstände in der wahren Perspective zu erleichtern; doch ist dieses nicht der einzige Gebrauch, der sich davon machen läßt. Dieselbe Vereinigung von Reflectoren läßt sich mit gleichem Vortheile anwenden, gegebene Zeichnungen zu copiren, und ein Anfänger im Zeichnen kann sich mittelst ihrer wenigstens einen genauen Umriss eines abzuzeichnenden Gegenstandes verschaffen. Man stelle zu dem Ende die zu copirende Zeichnung vor

dem Instrumente in einem Abstände, der so genau als möglich der Entfernung des Papiers, worauf gezeichnet werden soll, von der Augenhöhle gleich sey; die Copie, die man macht, wird dann von einerlei Gröſſe mit der Zeichnung, und man bedarf keiner Glaslinse, um die Gegenstände und den Bleistift mit gleicher Deutlichkeit zu sehen.

Bei schicklicher Anwendung leistet dieses Instrument überhaupt alles, wozu man den Storchschnabel braucht. Eine Zeichnung läßt sich mittelst desselben nach jedem beliebigen Verhältnisse verkleinern; man braucht sie zu dem Ende nur so vielmahl entfernter als das zum Zeichnen bestimmte Papier von dem Instrumente zu stellen, so vielmahl kleiner sie werden soll. In diesem Falle bedarf man einer Glaslinse, damit das Auge in diesen beiden ungleichen Entfernungen zugleich deutlich sehen könne *); und damit Eine Linse zu allen diesen Absichten ausreiche, ist es gut, den Stand des Instruments in eben dem Verhältnisse zu erhöhen, in welchem die Zeichnung verkleinert werden soll.

Die Gründe, auf welchen die gehörige Adjustirung der Höhe des Stativs beruhet, haben keine Schwierigkeit für jeden, der an optische Betrachtungen gewöhnt ist. So wie man bei dem Aufnehmen einer Gegend nach der Perspective, die

*) Aus dem Folgenden erhellet, daß diese Linse wie in Fig. 2. gestellt wird.

Gilbert.

von Punkten im Papiere ausgehenden Strahlen dadurch *parallel* macht, daß man vor dem Papiere eine Glaslinse in dem Abstände ihrer Brennweite stellt, weil die Strahlen, welche von Punkten der entfernten Gegenstände in das Auge kommen, *parallel* sind; eben so müssen in dem Falle, wenn die durch Reflexion erscheinenden Gegenstände so wenig entfernt sind, daß die Strahlen, welche von einem Punkte derselben ausgehen, eine gewisse *Divergenz* haben, — die Strahlen, welche von Punkten des Papiers kommen, dieselbe Divergenz erhalten, damit man sie bei einerlei Einrichtung des Auges deutlich erkennen könne; und zu dem Ende muß in diesem Falle der Abstand der Linse von dem Papiere kleiner als ihre Brennweite seyn. Auf dem Stativ des Instruments sind in dieser Absicht die Stellen bemerkt, bei welchen die zusammengehörigen Vereinigungsweiten (*conjugate foci*) in den Verhältnissen von 2 oder 3 oder 4 zu 1 stehen, so daß man bei jedem dieser Stände deutlich sieht, wenn man die Zeichnung so vielmahl weiter als das zum Abzeichnen bestimmte Papier vom Auge stellt, als diese Zahlen angeben.

Wenn man die convexe Linse vor die Vorderseite des Instruments dreht, und das Verhältniß der Entfernungen umkehrt, so lassen sich die im Kleinen gemachten Skizzen eines Künstlers mit aller Genauigkeit, die man wünschen mag, vergrößern. Auf dieselbe Art können Naturforscher

sehr kleine Gegenstände in jeder beliebigen Vergrößerung zeichnen.

Da die *Camera Obscura* die Hauptabsicht dieses Instruments schon einigermaßen erfüllt, so muß ich hier noch die *Camera Lucida* in dieser Hinsicht mit ihr vergleichen. Man tadelt an der *Camera Obscura*

Erstens, daß sie zu groß und unbeholfen ist, als daß man sie bequem mit sich führen könne. Die *Camera Lucida* ist so klein und tragbar, als sich nur immer wünschen läßt.

Zweitens. In der erstern erscheinen alle Gegenstände, welche nicht dicht um den Augenpunkt liegen, mehr oder weniger verzerrt. In der *Camera Lucida* findet dagegen gar keine Verzerrung Statt; jede gerade Linie, sie sey noch so entfernt von dem Augenpunkte, zeigt sich in ihr eben so gerade, als dicht am Augenpunkte.

Drittens. In der *Camera Obscura* ist der Gesichtskreis, innerhalb dessen man deutlich sieht, 30° oder höchstens 35° . In der *Camera Lucida* lassen sich dagegen in einer einzigen Aussicht 70 bis 80° umfassen.

Da ich es für rathsam gehalten habe, den ausschließlichen Verkauf dieses Instruments durch ein Patent zu sichern, so benachrichtige ich die, welche sich dasselbe anschaffen wollen, daß Herr Newmann (*Soho Square, Nr. 24.*) jetzt den Verlag desselben hat.

II.

VERSUCHE

über die Mischungen prismatischer Farben,

vom

Professor LÜDICKE in Meissen.

*Dritte und letzte Abtheilung.*9. *Newton'scher Versuch eines Gesetzes.*

Schon Newton *) hat eine sinnreiche Methode angegeben, wie sich aus der gegebenen Menge und Beschaffenheit gewisser Hauptfarben die Farbe der aus ihnen zusammengesetzten Mischung bestimmen läßt. Er trug nämlich alle 7 Farben nach ihren Verhältnissen in Sektoren einer Scheibe und suchte den gemeinschaftlichen Schwerpunkt mehrerer Farben, welcher der Menge der Strahlen einer jeden Farbe angemessen war; diejenige Farbe, in deren Sector dieser Schwerpunkt fiel, war nun der Effect jener Farben. In einem kleinen Kreise um den Mittelpunkt dachte er sich Weisß, in das der gemeinschaftliche Schwerpunkt aller Farben fallen mußte. Hierdurch konnte nun der Effect sehr vieler Farben, vorzüglich derer, wo er die mittlere Farbe ist, bestimmt werden; allein in andern Fällen, wo die Farben im

*) *Optiks*, L. I. P. 2. prop. 5. exp. 15.

Kreise einander gegenüber liegen, z. B. bei *ci*, *em*, *fa* nach meiner Bezeichnung (oben S. 8.), würde er sehr nahe Weiß seyn müssen, welches mit den Versuchen nicht überein kommt. Martin *) führt diesen Versuch weiter aus, und belegt ihn mit Beispielen, ohne dieser Abweichung von der Erfahrung zu gedenken. Dahingegen hält Newton selbst **) diesen Versuch nur für ein Spielwerk, woraus man wenig Nutzen zur Erklärung dieser Naturbegebenheit ziehen könne, weil alle weißse Farben, welche die Natur erzeuge, alle Gattungen von Strahlen enthalten.

10. Theorie des Herrn Voigt.

Der verstorbene Voigt ***), der in dieser Abhandlung schon mehrmahls von mir erwähnt worden, hatte sich mit vielem Scharffinne bemühet, eine Theorie der Mischungen der Farben anzugeben und ein Gesetz derselben durch Rechnung auszudrücken. Er setzte voraus: die Menge des zurückstrahlenden Wärmestoffs in einer gemischten Farbe sey gleich der Summe der Quantitäten des zurückstrahlenden Wärmestoffs in den einzelnen Farben; nachher bemerkte er noch, daß er die Farben, wenn er von ihnen im Allgemeinen rede, von gleicher Intensität annehme. Indem er sich nun auf die Versuche gründet, daß Gelb aus

*) *Philos. Britan.* P. 2. S. 514. der deutschen Uebersf. L.

**) *Optiks*, L. I. P. 2. pr. 6. L.

***) Im neuen Journal der Physf. von Gren, 3. B. 3. St. L.

gleichviel Roth und Grün, Blau aus gleichviel Grün und Veilchenblau, und Weiss aus Roth, Grün und Violet entstehe; indem er ferner 2 Coëfficienten annimmt, und die Quantität des Wärmestoffs für Weiss = 1 setzt: so findet er (bei Gren S. 265.) nach der angestellten und beigefügten Rechnung den zurückstrahlenden Wärmestoff

bei Weiss = 1

bei Blau = 0,34

— Roth = 0,43

— Violet = 0,00666

— Gelb = 0,7633

— Schwarz = 0

— Grün = 0,3333

In der Folge bemerkt er (S. 267.): es werde die Menge des zurückstrahlenden Wärmestoffs bei den Farben in folgender Ordnung geringer: Weiss, Gelb, Roth, Grün, Braun, Stahlgrün, Grau und Schwarz; und überhaupt habe jede Farbe desto mehr zurückstrahlenden Wärmestoff, je heller sie ist. Ferner schliesst er nach seiner Hypothese aus der hier gefundenen Menge des Wärmestoffs und aus den Versuchen von Darwin *), (nach welchen rothe Seide ein grünes Spectrum, grüne ein rothes, gelbe ein violettes, und violette ein gelbes Spectrum gaben,) es empfinde das Auge blofs das arithmetische Verhältnifs der Quantitäten des Wärmestoffs bei den Farben, und man beurtheile die Eindrücke der Farben oder die Eindrücke der Quantität ihres Wärmestoffs blofs nach der Proportion, deren Summe der äufsern und

*) S. Gehler's phys. Wörterbuch. 5. Th. S. 391—393. L.

mittlern Glieder eine constante Grösse ist, nämlich die Summe der Quantität des Wärmestoffs im rothen und grünen Lichte. Das Gesetz der beständigen Summe der äussern und mittlern Glieder in der arithmetischen Proportion bei Vergleichung der Farben, gab ihm nur ein Mittel an, die Verhältnisszahl des Wärmestoffs im Orangegelben und Dunkelblauen zu finden, indem er annahm, dass Orangegelb mehr Wärmestoff als Blau zurückstrahle. Und so fand Herr Voigt für die prismatischen Farben folgende Quantitäten des zurückstrahlenden Wärmestoffs:

bei Gelb	= 0,7633	bei Grün	= 0,33333
— Roth	= 0,43	— Dunkelblau	= 0,29337
— Orange	= 0,42333	— Violet	= 0,00666
— Blau	= 0,34		

Diese Theorie wendet er alsdann auf die Erklärung und Berechnung farbiger Schatten und auf andere Erscheinungen an, welche ich hier der Kürze wegen übergehen muss.

Gegen diese übrigens scharffinnige Theorie, welche ich mit Vorsatz erst aufmerksam durchgelesen habe, nachdem ich die meinige beendet hatte, dürften sich folgende Zweifel erheben lassen: Sie enthält mehrere, zwar sehr geschickt, doch willkürlich angenommene Voraussetzungen. Es ist ferner noch nicht hinlänglich erwiesen, vielmehr sehr zu bezweifeln, dass 3 oder 4 Farben ein so vollkommen reines Weiss, als alle Regenbogenfarben vereinigt hervor bringen. Der

Lichtstoff ist endlich bei der Berechnung ganz übergangen und bei allen Farben gleich gesetzt worden, welches der Erfahrung zuwider ist, nach welcher das zurückstrahlende Licht bei Gelb und Roth am grössten und bei Violet am kleinsten seyn muß, aber nicht mit den Verhältnisszahlen übereinstimmen kann, welche oben für die Quantitäten des zurückstrahlenden Wärmestoffs angegeben worden sind.

11. *Neue Theorie der Farbenmischungen.*

Dafs ich mich bei Auffuchung einer Theorie der Farbenmischungen lediglich von der Erfahrung würde leiten lassen dürfen, dazu machten mir die beträchtliche Anzahl meiner Versuche und die aus denselben gezogenen Folgerungen Hoffnung. Da jedoch eben diese grofse Anzahl die Untersuchungen bei einer vorläufig angenommenen Formel ausserordentlich vervielfältigt haben würde, so war ich zuvörderst bemühet, unter den Versuchen, welche die bestimmtesten Effecte gaben, diejenigen auszuwählen, von welchen die übrigen abzuhängen schienen und welche der Theorie vorläufig zur Grundlage dienen konnten. Nicht weniger nothwendig war die Annahme einer *Zahlenreihe für die Effecte*, welche also die einzige hypothetische Reihe war, im Fall sie nicht von den Versuchen abhängig gemacht werden konnte.

Diese Effecte, welche die Farben oder deren Mischungen dem Auge darbieten, mögen nun als Schwingungen, oder als Reize, oder als chemische Verwandtschaften, oder wie man sonst will, betrachtet werden, auf jeden Fall ist es mir höchst wahrscheinlich, daß die Effecte der im prismatischen Farbenbilde nahe liegenden Farben mit wenig von einander verschiedenen Größen, und die der entfernten Farben mit mehr von einander abweichenden Größen ausgedrückt werden, und daß also die Zahlen, welche die einzelnen Effecte aller 12 Farben bezeichnen sollen, eine *Zahlenreihe* bilden müssen. Die bequemste und dieser Absicht angemessenste Zahlenreihe schien mir die der harmonischen Progression oder die für die Breiten der Farben angegebene Zahlenreihe zu seyn; wobei jedoch zu untersuchen war, ob sich diese Effecte wie die Breite selbst, oder wie ihre Quadrat- oder Cubik-Zahlen, oder wie ihre Quadrat- oder Cubik-Wurzeln, oder umgekehrt wie diese Ausdrücke verhalten. Nach vielen zum Theil weitläufigen Untersuchungen fand ich endlich, daß die Zahlenreihe für die Breiten, oder für die umgewendeten Breiten, oder überhaupt die Reihen, deren Exponent $\varepsilon - 1$ oder ε ist, ganz allein brauchbar waren. Bei diesen Untersuchungen hatte ich in allgemeinen Ausdrücken zwei Reihen zum Grunde gelegt, deren Glieder als Elemente der ihnen zugehörigen Farben gelten sollten, nachdem ich gefunden hatte, daß eine

einzigste Reihe nicht durchgängig die gewünschte Uebereinstimmung mit den sichern Versuchen darbot. Die Glieder der einen Reihe waren die unbekannten Größen, welche bei Unterlegung der zu untersuchenden Formel aus den Versuchen gefunden werden mußten; die Glieder der andern Reihe wurden hingegen durch Hülfe der Effectenreihe hinlänglich bestimmt, so bald jene gefunden waren.

Es würde sehr ermüdend für den Leser und für mich seyn, wenn ich alle Formeln nebst ihren Aenderungen, welche ich mit den sichern Versuchen verglichen habe, hierher setzen sollte: nur diese hierbei gemachte Bemerkung kann ich nicht übergehen, daß alle diejenigen Ausdrücke, welche den Versuchen einigermaßen entsprachen, eine Theilung des Farbenbildes voraussetzten, welche mit der Entstehung dieses Bildes aus zwei Hauptstrahlen sehr wohl übereinstimmt, und daß ich eben hierdurch bewogen wurde, die Entstehung des prismatischen Farbenbildes näher (unter 8. im vorhergehenden Hefte) zu untersuchen.

Das mit allen sichern Versuchen übereinstimmende Gesetz ist folgendes:

Die Effecte einzelner Farben sind den Produkten der zugehörigen Glieder der beiden Elementarreihen gleich; und der Effect mehrerer Farben ist das Produkt aus dem geometrischen Mittel der zugehörigen Glieder der einen, in das arithmetische Mittel der zugehörigen Glieder der andern

der Reihe; wobei jedoch die Theilung des Bildes in Betrachtung gezogen werden muß.

Die Glieder der aufgefundenen Elementarreihe hängen von ihrer Entfernung von dem Punkte ab, wo die Theilung des Bildes angeht und werden von da an um die Cubikwurzel aus ϵ kleiner. Die Reihen sind daher folgende:

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	$\epsilon 4\frac{2}{3}$	$\epsilon 10$	$\epsilon 5\frac{1}{3}$
ϵ	$\epsilon 5$	$\epsilon 11$	$\epsilon 6$
ϵ^2	$\epsilon 5\frac{1}{3}$	$\epsilon 12$	$\epsilon 6\frac{2}{3}$
ϵ^3	$\epsilon 5\frac{2}{3}$	$\epsilon 13$	$\epsilon 7\frac{1}{3}$
ϵ^4	$\epsilon 6$	$\epsilon 14$	$\epsilon 8$
ϵ^5	$\epsilon 6\frac{1}{3}$	$\epsilon 15$	$\epsilon 8\frac{2}{3}$
ϵ^6	$\epsilon 6\frac{2}{3}$	$\epsilon 16$	$\epsilon 9\frac{1}{3}$
ϵ^7	$\epsilon 7$	$\epsilon 17$	$\epsilon 10$
ϵ^8	$\epsilon 6\frac{1}{3}$	$\epsilon 18$	$\epsilon 11\frac{2}{3}$
ϵ^9	$\epsilon 6\frac{2}{3}$	$\epsilon 19$	$\epsilon 12\frac{1}{3}$
ϵ^{10}	$\epsilon 6$	$\epsilon 20$	$\epsilon 14$
ϵ^{11}	$\epsilon 5\frac{2}{3}$	$\epsilon 21$	$\epsilon 15\frac{1}{3}$

Die Reihe *A* ist die harmonische Progression, wenn $\epsilon^{12} = 2$ gesetzt wird. Von dem Gliede ϵ^7 an nehmen alle Glieder der Reihe *B* um den Exponenten $\frac{1}{3}$ ab und geben so die erste Elementarreihe. Die Reihe *C* ist die Reihe für die Effecte oder die der umgewendeten Breiten, deren Glieder, mit den Gliedern der Reihe *B* dividirt, die Reihe *D* oder die zweite Elementarreihe geben.

Die beiden Elementarreihen nebst den Logarithmen der ersten Reihe und der Reihe für die Effecte sind, in Zahlen ausgedrückt, folgende:

Erste Elementar- reihe.	Logarith- men derselben.	Zweite Elementar- reihe.	Strahlen.	Effecte und Farben.
$n = 1,3093$	0,1170671	$a = 1,3608$		$a = 1,781$ röthl. Violet.
$p = 1,3348$	0,1254291	$b = 1,4142$		$b = 1,887$ Violet.
$q = 1,3608$	0,1337910	$c = 1,4697$		$c = 2,000$ Indigo.
$r = 1,3872$	0,1421529	$d = 1,5274$	I	$d = 2,118$ Blau.
$s = 1,4142$	0,1505150	$e = 1,5874$		$e = 2,244$ Hellblau od. bläul. Weifs.
$t = 1,4417$	0,1588768	$f = 1,6497$		$f = 2,370$ bläul. Grün.
$u = 1,4697$	0,1672388	$g = 1,7144$		$g = 2,529$ gelbl. Grün.
$v = 1,4983$	0,1756008	$h = 1,7818$		$h = 2,669$ Paille oder gelbl. Weifs.
$w = 1,4697$	0,1672388	$i = 1,9244$	I	$i = 2,828$ Gelb.
$x = 1,4417$	0,1588768	$k = 2,0785$		$k = 2,996$ Orange.
$y = 1,4142$	0,1505150	$l = 2,2449$		$l = 3,174$ lichte Roth.
$z = 1,3872$	0,1421529	$m = 2,4246$		$m = 3,363$ Dunkelroth.
				3,563 lichte Violet od. Rosa.
				3,775 lichte Violet od. Rosa.
				4,000 lichte röthlich Blau.
				4,237 lichte Blau.
				4,489 sehr nahe Weifs.
				4,756 grünl. Weifs.
				5,039 gelbl. Weifs.
				5,139 Weifs, vollkommen.
				5,339 gelbl. Weifs.
				5,656 sehr lichte Gelb.

Die Glieder der ersten Elementarreihe habe ich mit n, p, q u. s. w. bezeichnet, und zur leichtern Bestimmung des geometrischen Mittels deren Logarithmen beigelegt. Die Glieder der zweiten Elementarreihe und die der Reihe für die Effecte sind eben so, wie die Farben selbst, mit a, b, c u. s. w. zur leichtern Uebersicht bezeichnet worden, weil hier schwerlich eine Verwechselung des Gegebenen mit dem Gesuchten Statt finden kann. Die Reihe für die Effecte geht auf ähnliche Art noch weiter fort, wie die Stahlfarben, mit deren Breiten sie sich in umgewendeten Verhältnissen befinden. Die hinzugefügten Glieder sind die Effecte aller obigen obwohl viel lichtern Farben und enthalten zugleich das vollkommene Weiss. In der Columnne mit der Ueberschrift: Strahlen, sind die beiden das Farbenbild hervorbringenden Hauptstrahlen, jeder mit 1 bemerkt, welche alsdann, wenn sie vereinigt wirken, in der Formel ausgedrückt werden müssen.

Diese beiden auf das Prisma fallenden Hauptstrahlen wirken nämlich

1. *entweder jeder vor sich abgesondert.* In diesem Falle kann ein Strahl bis auf die fünfte, und wenn die beiden Grün hinzu kommen, bis auf die siebente Farbe wirken. So ist der Effect

$$\text{für } adg = \frac{1}{3}(a + d + g) \sqrt[3]{(nru)},$$

$$\text{für } abcdefg = \frac{1}{7}(a + b + c + d + e + f + g) \sqrt[7]{(npqrst)},$$

$$\text{für } hiklm = \frac{1}{5}(h + i + k + l + m) \sqrt[5]{(vwx yz)},$$

und der Effect aller Farben besteht aus der Summe der beiden letzten Ausdrücke. Es wirkt jedoch auch nur ein Strahl, wenn das Mittel einiger Farben von dem Mittel anderer Farben innerhalb der siebenten Farbe liegt, jedoch unter der obigen Voraussetzung, daß die sämtliche Anzahl der Farben nicht mehr als 7 ist. So ist z. B. der Effect

für $dfil = \frac{1}{4}(d + f + i + l) \sqrt[4]{(rtwy)}$.

2. Oder die beiden Hauptstrahlen wirken vereinigt. Alsdann können in einem Ausdrucke ebenfalls nicht mehr als 7 Farben begriffen seyn, und der Ausdruck muß wegen der beiden Strahlen mit 2 dividirt werden. So ist der Effect

für $adi = \frac{1}{2}w\sqrt[3]{nr} \cdot [\frac{1}{2}(a + d) + i]$ und

für $abklm = \frac{1}{2}\sqrt[3]{nr} \cdot \sqrt[3]{xyz} \cdot [\frac{1}{2}(a + b) + \frac{1}{2}(k + l + m)]$.

Mit Hülfe dieser Formeln und der vorhin angegebenen 3 Reihen sind alle von mir angestellten Versuche berechnet worden. Die wenigen vorfallenden Abweichungen der berechneten Effecte von weniger bestimmten Versuchen werde ich genau bemerken.

12. Vergleichung meiner Theorie mit den Versuchen.

Von den zusammenhängenden Farben, deren Effecte die mittlern Farben waren, geben die ersten 22 Versuche ebenfalls das Mittel nach der Berechnung, welches schon aus der hier gebrauch-

ten Formel sichtbar ist. So ist z. B. der Effect für f bis $m = \frac{1}{7}(f + g + \dots + l + m) \sqrt[2]{(tu + \dots + yz)} = 2,853$; also gesättigt Gelb.

Versuch 23. giebt nach der Formel

$$\frac{1}{5}(a + b + c + d + e) \sqrt[5]{npqrs} + \frac{1}{3}(f + g + h) \sqrt[3]{tuv} = 4,523 \text{ zum Effecte bläulich Weifs.}$$

Versuch 24. nach derselben Formel 5,082, sehr nahe an Weifs; und

Versuch 25. nach der Formel

$$\frac{1}{3}(e + f + g) \sqrt[3]{stu} + \frac{1}{3}(h + i + k + l + m) \sqrt[3]{vwxyz} = 5,393, \text{ gelblich Weifs.}$$

Alle diese Effecte stimmen mit der ersten Reihe meiner Versuche überein.

Versuch 26. 27. 28. geben nach den vorhergehenden Ausdrücken, wo die beiden Grün der kleinern Anzahl beigelegt werden, 4,600; 5,170; 5,327; also bläulich Weifs, sehr nahe Weifs, gelblich Weifs, und sind ebenfalls der ersten Reihe der Versuche am nächsten.

Versuch 29. 30. 31. sind nach der Berechnung 4,681; 4,964; 5,262; also bläulich oder grünlich Weifs, grünlich Weifs, gelblich Weifs, übereinstimmend mit der ersten Reihe der Versuche.

Versuch 32. und 33. geben 4,905; 5,199; das ist, grünlich und gelblich Weifs. Sie treffen sehr gut mit dem Erfolge des Versuchs zusammen.

Die Versuche von 23. bis 33. sind wegen ihres weissen Schimmers zu den unbestimmten zu zählen.

Versuch 34. giebt nach der angegebenen Formel 5,139; Weifs.

Von zwei getrennten Farben geben

Versuch 35. bis 50. die mittlern Effecte sehr nahe, welches aus den Formeln $\frac{1}{2}(a + c) \sqrt[2]{nq}$, $\frac{1}{2}(a + d) \sqrt[2]{nr}$, $\frac{1}{2}(a + e) \sqrt[2]{ns}$ sichtbar ist. Diese berechneten Effecte sind: 1,889; 2,380; 2,595; 3,184; 1,946; 2,184; 2,601;

2,930; 2,005; 2,125; 2,251; 2,385; 2,531; 2,687;
2,854; 3,032.

Versuch 51. bis 57. weichen etwas von dem Mittel ab, geben nach eben den Ausdrücken 2,068; 2,191; 2,321; 2,464; 2,616; 2,780; 2,954; nämlich Blau, bläulich Weiss, bläulich Grün, Paille, Gelb, Orange, und stimmen sehr gut mit den Beobachtungen überein.

Von den Versuchen 58. bis 63. werden die drei ersten, nämlich *ag*, *bh*, *ci* wie vorhin berechnet, und geben die Effecte: 2,133; 2,259; 2,400, *Blau*, *bläulich Weiss*, *Grün*. Bei den drei letzten aber können beide Farben nicht von einem Hauptstrahle abgeleitet werden; man muß daher *dk*, *el*, *fm*, nach der Formel $\frac{1}{2}(d+k)rx$ berechnen, wo sie 3,605; 3,832; 4,071, *Rosa*, *Rosa*, *lichte röthlich Blau* geben.

Die Versuche 64. bis 78. erfordern ebenfalls den Ausdruck für zwei Strahlen $\frac{1}{2}(a+h)nv$. Auf diese Art geben die Versuche 64. bis 68., 3,082; 3,274; 3,480; 3,700; 3,935, *Orange*, *lichte Roth*, *Dunkelroth*, *Rosa*, *Rosa*; die Versuche 69. bis 72., 3,161; 3,360; 3,574; 3,802, *lichte Roth*, *Dunkelroth*, *Rosa*, *Rosa*; die Versuche 73. 74. 75., 3,246; 3,453; 3,675, *lichte Roth*, *Dunkelroth* oder *lichte Violet*, *Rosa*; und endlich die Versuche 76. 77. 78., 3,338; 3,554; 3,438; *Dunkelroth*, *lichte Violet* und *lichte Violet*. Alle diese berechneten Effecte (Vers. 58. bis 78.) treffen mit dem Erfolge bei den Versuchen sehr gut überein, da die kleinen Abweichungen, welche bei einigen bloß in ihrer Dichtigkeit Statt finden, theils der Schwierigkeit des gleichförmigen Auftragens der Farben und der Schwierigkeit den in das Weiße fallenden oder sehr lichten Effect bei den Versuchen hinlänglich bestimmt anzugeben, zuzuschreiben sind.

Drei zweimahl getrennte Farben werden so lange auf einen Hauptstrahl gerechnet, als das Mittel zweier Farben mit der dritten Farbe innerhalb der siebenten liegt. Man hat daher bei den

Versuchen 79. bis 83. für *ack*, *bfi*, *cgk*, *dhl*, *eim* die Formel $\frac{1}{3}(a + e + h)\sqrt[3]{nr^v}$, welche die Effecte 2,215; 2,351; 2,497; 2,651; 2,816, *lichte Blau*, *bläulich Grün*, *gelblich Grün*, *Paille* und *Gelb* giebt. Unter diesen Effecten trifft der erste mit den Versuchen, die wegen des weissen Schimmers sehr unbestimmt sind, am wenigsten überein. Aus der Vergleichung mit den übrigen Versuchen sieht man jedoch, daß der berechnete Effect der richtige seyn muß.

Die Versuche 84. 85. 86., nämlich *ask*, *bgl*, *chim*, müssen für zwei Strahlen mit $\frac{1}{2}n\sqrt[3]{\frac{1}{2}(f + k) + a}$ berechnet werden, und so geben sie 3,043; 3,265; 3,504, *Orange*, *lichte Roth*, *lichte Violet* oder *Rosa*; welche Effecte mit der zweiten Reihe der Versuche am besten übereintreffen.

Die Versuche 87. bis 90., nämlich *adi*, *bek*, *chl*, *dgm*, geben nach der letztern Formel 3,336; 3,544; 3,768; 4,007, *Roth*, *lichte Violet*, *lichte Violet*, *lichte röthlich Blau*, und sind ebenfalls mit der zweiten Reihe am besten übereinstimmend.

Die Versuche 91. bis 95., nämlich *adh*, *bei*, *cfk*, *dgl*, *eim*, geben nach der Formel $\frac{1}{3}(a + d + h)\sqrt[3]{nr^v}$ die Effecte 2,171; 2,307; 2,450; 2,603; 2,766, *lichte Blau*, *bläulich Grün*, *gelblich Grün*, *gelblich Grün*, *Paille*, welche mit der zweiten und dritten Reihe der Versuche bis auf den weissen Schimmer nahe zutreffen.

Die Versuche 96. bis 99., *afi*, *bgk*, *chl*, *dim*, geben, nach der vorigen Formel berechnet, 2,311; 2,454;

2,608; 2,770, *lichte Blau*, *gelblich Grün*, *Paille*, *lichte Gelb*, welche mit der ersten Reihe der Versuche am besten übereinstimmen.

Die Versuche 100. 101. 102., *aek*, *bfl*, *cgm* werden mit dem Ausdrücke für beide Strahlen, mit $\frac{1}{2}x\sqrt[3]{ns}[\frac{1}{2}(a + e) + k]$ berechnet, und geben 3,484; 3,704; 3,941, *Dunkelroth*, nahe an *Violet*, *lichte Violet*, *lichte röthlich Blau*, welche mit der ersten und dritten Reihe der Versuche am besten zutreffen. Eine genauere Uebereinstimmung kann man hier gar nicht erwarten, da viele hier angeführte Versuche der einen Reihe mit denselben Versuchen der andern Reihe selbst nicht übereinstimmen, und also als sehr unsicher die Richtigkeit der aufgestellten Theorie weder bestätigen noch widerlegen können.

Viel bestimmter sind folgende Versuche. Es ist nämlich der Effect in

Versuch 103. von abcm, berechnet nach der Formel $\frac{1}{2}x\sqrt[3]{npq}[\frac{1}{3}(a + b + c) + m] = 3,554$, *lichte Violet*.

Versuch 104. von ablm, berechnet nach $\frac{1}{2}\sqrt[3]{np}\sqrt[3]{yz}[\frac{1}{2}(a + b) + t(l + m)] = 3,446$, *röthlich Violet*.

Versuch 105. von aklm nach $\frac{1}{2}x\sqrt[3]{xyz}[\frac{1}{3}(k + l + m) + a] = 3,342$, *Dunkelroth*.

Versuch 106. von abcdm nach $\frac{1}{2}x\sqrt[3]{(npqr)}[\frac{1}{4}(a + b + c + d) + m] = 3,615$, *lichte Violet*.

Versuch 107. von abklm nach $\frac{1}{2}\sqrt[3]{np}\sqrt[3]{xyz}[\frac{1}{2}(a + b) + \frac{1}{3}(k + l + m)] = 3,399$, *Dunkelroth*.

Verfuch 108. von *aiklm* nach

$$\frac{1}{2}a\sqrt[4]{(wxyz)}\left[\frac{1}{4}(i+k+l+m)+a\right]=3,298, \text{ lichte Roth.}$$

Verfuch 109. von *abcdem* nach

$$\frac{1}{2}z\sqrt[5]{(n\cdots r)}\left[\frac{1}{5}(a+\cdots e)+m\right]=3,677, \text{ lichte Violet.}$$

Verfuch 110. von *abcklm* nach

$$\frac{1}{3}\sqrt[3]{npq}\sqrt[3]{(xyz)}\left[\frac{1}{3}(a+b+c)+\frac{1}{3}(k+l+m)\right]=3,458, \text{ lichte Violet.}$$

Verfuch 111. von *ahiklm* nach

$$\frac{1}{2}a\sqrt[5]{(v\cdots z)}\left[\frac{1}{5}(h\cdots m)+a\right]=3,257, \text{ lichte Roth.}$$

Verfuch 112. von *abedefm* nach

$$\frac{1}{2}z\sqrt[6]{(n\cdots t)}\left[\frac{1}{6}(a+\cdots f)+m\right]=3,735, \text{ lichte Violet.}$$

Verfuch 113. von *abciklm* nach

$$\frac{1}{2}\sqrt[3]{apq}\sqrt[4]{(wxyz)}\left[\frac{1}{3}(a+b+c)+\frac{1}{4}(i+k+l+m)\right]=3,414, \text{ lichte Violet.}$$

Verfuch 114. von *aghiklm* nach

$$\frac{1}{2}n\sqrt[6]{(u\cdots z)}\left[\frac{1}{6}(g+\cdots m)+a\right]=3,208, \text{ lichte Roth.}$$

Die *Verfuche* des *Hrn. D. Wü n ſ ch*, welche ich in der ersten Abtheilung dieses Auffatzes in Stück 1. dieses Bandes der *Annalen* aufgeführt habe, geben, nach meinen Gesetzen berechnet, folgende Effecte.

Sein erster Versuch ist bei mir entweder *gl* oder *fl*, Versuch 49. oder 56., welche 2,854 oder 2,780, Gelb oder lichte Gelb geben.

Sein 2. 3. 4. 5. Versuch muß, wie bei mir *bf* oder *af*, wie *hm*, wie *fi* und wie *ad* oder *ae* die mittlern Effecte darstellen.

Sein 6. Versuch giebt, wie bei mir Versuch 74. oder 77., *bl* oder *bm*, 3,453 oder 3,554, röthlich Violet oder lichte Violet.

Sein 7. Versuch enthält 4 Folgerungen, unter welchen die erste, das matt Roth und lebhaft Hochblau *Weiss* geben, wegen des matten Roth mit keinem meiner etwa hierher zu rechnenden Versuche übereinstimmen kann. Die zweite Folgerung kann mit meinem 51. Versuche *bg* verglichen werden, welcher 2,191, *Hellblau* oder *bläulich Weiss* giebt. Die dritte Folgerung ist vielleicht mit meinen Versuchen 62. und 68. mit *el* und *em*, welche 3,832 und 3,935, *lichte Violet* oder *Rosa* geben, zu vergleichen. Mit der vierten Folgerung können meine Versuche 44. und 52., *bf* und *bg*, welche 2,125 und 2,191, *lichte Blau* oder *bläulich Weiss* geben, verglichen werden; welche beide sehr gut übereinstimmen.

Sein 8. Versuch ist bei mir 54. *di*, welcher 2,464, *gelblich Grün* giebt und sehr gut zutrifft.

Der erste Versuch der zweiten Reihe des Herrn Wünsch setzt zwei Farbenbilder voraus und kann also mit meinen Ausdrücken nicht berechnet werden, wobei nur ein Farbenbild zum Grunde liegt. Sein zweiter Versuch enthält 2 Versuche, wovon der erste bei mir berechnet werden kann. Er ist bei mir 92. *ieb*, welcher 2,307, *grünlich Gelb* giebt, das in den Versuchen selbst sehr lichte erscheint. Bei dessen drittem Versuche ist der erste bei mir entweder 101. oder 85. *lfb* oder *lgb*, welche 3,704 oder 3,265, *lichte Violet* oder *lichte Roth* geben und gut zutreffen; der zweite aber ist entweder *lfbd* oder *lgbd* oder *lgbe*, welche nach der Formel $\frac{1}{2}y \sqrt[3]{prt \left[\frac{1}{3}(b + d + f) + l \right]}$ entweder 3,703 oder 3,748 oder 3,812, *lichte Violet* oder *Rosa* oder *lichte röthlich Blau* geben, welches mit dem Versuche, der Weiss gegeben hat, nicht zutrifft. Ich beziehe mich hier auf die oben geäußerte Vermuthung: das das Weiss des Hrn. Wünsch vielleicht auch nicht ganz rein gewesen sey.

13. *Ueber die Annäherung an Weifs, welche verschiedene Farbenmischungen geben.*

Die zweite Folgerung, welche ich aus meinen Versuchen gezogen habe: dafs nämlich der Effect der ersten und sechsten Farbe sehr lichte sey, und der Effect der ersten und siebenten in das Weisse falle; so wie auch die Versuche mit drei Farben, unter denen sich einige dem Weissen näherten, haben mich veranlaßt, zu untersuchen: ob etwa das von den übrigen Ringen reflectirte Licht oder das Seitenlicht hierzu etwas beigetragen habe.

Ich bediente mich zu dieser Absicht des kleinen, oben unter 1. beschriebenen, Sechrohrs, durch welches ich nicht mehr, als den verlangten Farbenring sehen konnte, und bedeckte zugleich die übrigen Ringe mit schwarzem Papiere. Auf diese Art untersuchte ich alle die Farbenringe, deren Effect sich dem Weissen genähert hatte, und fand, dafs nur diejenigen, deren Effect sehr nahe Weiss war, bei schneller Bewegung des Rades etwas glänzender erschienen, die übrigen aber ohne merkliche Veränderung dieselben Effecte, als ohne Sechrohr zeigten. Diese lichten Effecte waren daher, ohne Nebenursachen anzunehmen, blofs den Farbenmischungen zuzuschreiben.

Dafs jedoch gewisse prismatische Farben diese Annäherungen an Weiss ganz vorzüglich beför-

dern, sieht man aus der Vergleichung der Versuche 51. bis 68. mit den Versuchen 69. bis 78., und aus vielen andern Versuchen. Es erhellet nämlich hieraus: daß die Farben *e, f, g, h*, oder *lichte Blau*, die *beiden Grün* und *Paille*, welche unter allen Farben am dünnsten und durchsichtigsten oder vielmehr selbst dem Weiß schon nahe sind, die Effecte lichter machen, wenn sie sich unter den sich mischenden Farben befinden. Aus eben diesem Grunde erscheinen auch die Effecte, welche in *e, f, g, h* fallen, sehr lichte oder sehr nahe Weiß. Hierher gehören die Versuche 79. bis 82. und 91. bis 99.

14. *Ueber das von Schwarz und von einigen Farben reflectirte Licht.*

Wenn man sagt: Schwarz sey die Abwesenheit alles Lichts und aller Farben, und das absolute Schwarz entstehe, wenn der Körper gar kein Licht in unser Auge sende: so muß man sich sowohl den schwarzen Körper, als das Auge des Beobachters in einem dunkeln, von allem Lichte ausgeschlossenen Raume denken. Denn es giebt kein Schwarz, welches an einem hellen Orte nicht etwas Licht in das Auge senden sollte; weil man ohne dieses die Unebenheiten der Oberfläche des schwarzen Körpers nicht unterscheiden könnte. Das dunkelste Schwarz, das vom Lichte umgeben wird, ist daher dasjenige, welches von dem aufgefallenen Lichte die wenigsten Lichtstrahlen

und zwar ihrer Beschaffenheit nach ganz unverändert in das Auge schickt.

Zu diesen Bemerkungen sind folgende Versuche die nächste Veranlassung.

Versuch 1. Als ich aus der Blendung des kleinen Sehrohrs das innere runde Blech herausgenommen hatte, daß es also nur ein Rohr ohne Gläser war, und ungeglättetes schwarzes Papier oder schwarzes Tuch, gegen helles Tageslicht gehalten und ohne Drehung des Rades, auf diese Art betrachtete: erschienen sie so erleuchtet, daß ich jede Unebenheit auf denselben bemerken konnte. Schwarzes geglättetes Papier und *Gros de Tours* gaben mehr Deutlichkeit und waren etwas glänzender. In beiden Fällen schien der Gegenstand etwas deutlicher zu seyn, als ohne Fernrohr, weil das Auge, welches von dem Seitenlichte befreiet ist, ohne alle Störungen bloß das Licht siehet, welches von dem Gegenstande in das Auge fällt.

Versuch 2. Wenn ich bei dieser Einrichtung das Schwungrad in Bewegung setzte, fand ich die Erleuchtung des Gegenstandes nicht vermehrt. Daß hierbei die Unebenheiten der Oberfläche nicht mehr bemerkt werden konnten, das ist schon aus der sehr schnellen Abwechselung und Folge der Eindrücke erklärlich.

Versuch 3. Als ich das runde Blech wieder in die Oeffnung gesetzt hatte, daß also nur ein schmaler Ring zur Durchsicht übrig blieb, und

dadurch schwarzes ungeglättetes Papier oder schwarzes Tuch, gegen helles Tageslicht gehalten, betrachtete: erschien es wie vorhin deutlich und eben so helle, fast etwas heller erleuchtet. Als ich aber

Versuch 4. das Schwungrad in die schnellste Bewegung setzte, wurde die Erleuchtung so verstärkt, daß das Schwarz in Aschgrau und fast in mattes oder schmutziges Weiß mit aschgrauen Kreisen verwandelt wurde. Schwarzes geglättetes Papier oder *Gros de Tours*, welche, durch das Sehrohr gesehen, ohne Bewegung des Rades ein noch mehr erleuchtetes Schwarz oder ein Aschgrau mit schwarzen Flecken dem Auge darstellten, gaben bei schneller Bewegung Weiß mit aschgrauen Kreisen.

Da nun die große Geschwindigkeit des Rades bei dem zweiten Versuche die Erleuchtung nicht vermehrte, auch dadurch überhaupt die Quantität des auf die Fläche gefallenem Lichts nicht vermehrt werden kann: so muß sich hier das zurückgeworfene Licht an dem Rande der runden Scheibe der Blendung gegen die Axe des Sehrohrs gebeugt und einen Lichttrichter gebildet haben, in dessen Spitze vor dem Auge die schnell auf einander folgenden Lichtstrahlen vereinigt und fast bis zur Dichtigkeit des Tageslichtes gebracht worden sind.

Versuch 5. Bei dieser letzten Einrichtung wurde das reine Weiß meines Zeichenpapiers

durch Drehung des Rades ebenfalls verdichtet: denn es erschien glänzender.

Versuch 6. Die Farben Violet *b*, Gelb *i* und Roth *m*, welche den ganzen Ring der Scheibe einnahmen, erschienen bei Bewegung des Rades ohne Sehrohr nicht lichter; aber durch das Sehrohr mit der Ringblendung gesehen, nur ein wenig lichter, oder vielmehr nur etwas glänzender: daß also die Farbenstrahlen durch Verdichtung ihrer Natur nach nicht verändert werden.

15. *Verhältnißmäßige Dichtigkeit des reflectirten Lichtes.*

Um die Dichtigkeit des von Schwarz und des von einigen Farben reflectirten Lichts einigermaßen mit einander vergleichen zu können, belegte ich Weiß oder die gegebene Farbe mit schwarzem Papiere, welches gar keinen Glanz hatte, und ließ nur einen Ausschnitt offen, durch welchen Weiß oder die gegebene Farbe zu sehen war, und den ich so lange vergrößerte, bis nichts mehr von Aschgrau oder von einer Unreinigkeit in der Farbe bemerkt werden konnte.

Versuch 7. Bei der schnellsten Bewegung des Rades ohne Sehrohr gaben 160 Grade Weiß und 200 Grade Schwarz ein vollkommenes Weiß. Bei 180 Graden Paille oder lichte Blau, röthlich Violet oder Dunkelroth und 180 Graden Schwarz erschienen alle Farben rein, aber nicht lichter. Mit dem Sehrohre hingegen gaben 20 bis 25 Grade

Weiss mit der schwarzen Belegung ein reines Weiss; von den andern genannten Farben musste der Ausschnitt 30 bis 35 Grade gross seyn, um sie ohne Unreinigkeit darzustellen. Hier erschienen aber alle Farben etwas lichter, welches dem von Schwarz reflectirten Lichte zuzuschreiben ist. Hieraus erhellt: dass zu der in dem Sehrohre vorgegangenen Verdichtung des von Schwarz reflectirten Lichtes nur noch $\frac{1}{12}$ des Umkreises Weiss erfordert wird, um das Weiss vollkommen rein zu erhalten, und dass die Dichtigkeit des reflectirten farbigen Lichts, wie schon voraus zu sehen war, kleiner, als die des weissen Lichts ist. Eine Verschiedenheit, welche die gebrauchten Farben auch unter sich in dieser Rücksicht haben müssen, konnte ich nicht bemerken, weil sie vielleicht zu klein war.

16. *Verhältniss des Lichts und der Wärme bei den Farben.*

Wenn man jedes Glied meiner zweiten Elementarreihe aus zwei Theilen, wovon der eine $= 1$ ist, bestehen lässt, dass also $a = 1 + \alpha$, $b = 1 + \beta$, $c = 1 + \gamma$ u. s. w. ist, so verwandeln sich die oben gegebenen Ausdrücke in folgende. Es ist nämlich

bei einzelnen Farben der Effect für $a = n + n\alpha$,
für $b = p + p\beta$ u. s. w.
bei mehrern Farben, z. B.

für ad ist der Effect $\sqrt{nr} + \sqrt{nr} \left(\frac{\alpha + \delta}{2} \right)$
für am — — — $nz + \frac{1}{2}nz (\alpha + \gamma)$ u. s. w.
Die

Die beiden Elementarreihen sind alsdann folgende:

Freies Licht	Freie Wärme	
$n = 1,039$	$\alpha = 0,360$	röthlich Violet.
$p = 1,334$	$\beta = 0,414$	Violet.
$q = 1,360$	$\gamma = 0,469$	Indigo.
$r = 1,387$	$\delta = 0,527$	Blau.
$s = 1,414$	$\zeta = 0,587$	lichte Blau.
$t = 1,441$	$\eta = 0,649$	bläulich Grün.
$u = 1,469$	$\theta = 0,714$	gelblich Grün.
$v = 1,498$	$i = 0,781$	Paille.
$w = 1,469$	$\kappa = 0,924$	Gelb.
$x = 1,441$	$\lambda = 1,078$	Orange.
$y = 1,414$	$\mu = 1,245$	lichte Roth.
$z = 1,387$	$\nu = 1,424$	Dunkelroth.

Die Untersuchungen des Dr. Herschel über die Natur der Sonnenstrahlen (von Harding aus dem Engl. übersetzt und in diesen *Annalen*, B. 7. S. 136. B. 10. S. 68. und B. 12. S. 521.) lassen keinen Zweifel übrig, daß einige prismatische Farben die Gegenstände besser, als andere erleuchten, und daß sie ebenfalls in Hinsicht der Wärme sehr verschieden sind. Aus der zweiten Reihe seiner Versuche, welche er mit einem zusammengesetzten Mikroskope anstellte, indem er das Object mit einer Farbe des Prisma nach der andern erleuchtete, schließt Hr. Herschel (S. 21. der Uebers. und *Ann.* B. 7. S. 142.): daß die rothmachenden Strahlen die Eigenschaft des Erleuchtens der Ge-

Annal. d. Physik, B. 34. St. 4. J. 1810. St. 4. D d

genstände keinesweges in einem hohen Grade besitzen; daß die orangefarbenen Strahlen die Gegenstände besser, am allervollkommensten aber die gelben Strahlen sie erleuchten. Das Maximum der Erleuchtung, schließt er weiter, liege in dem hellsten Gelb oder in dem blassesten Grün; das grüne Licht mache beinahe eben so helle, als das gelbe, aber vom dunkelsten Grün an nehme die Erleuchtung merklich ab; das Licht der blauen Strahlen sey beinahe dem der rothen gleich; viel weniger Licht gäben die indigblauen Strahlen, und die violetten seyen unter allen Strahlen am lichtschwächsten.

Vergleicht man nun diese aus neun übereinstimmenden Beobachtungen gezogenen Schlüsse mit meiner ersten Elementarreihe; so wird man deren Glieder sehr geschickt finden, die angegebenen Verhältnisse der Erleuchtung auszudrücken. In *Paille* findet sich hier $v = 1,498$, die größte Zahl für die größte Erleuchtung. Ferner ist $w = u$ oder die Zahl für *Gelb* ist der für *gelblich Grün* gleich. So ist auch $z = r$ oder die Zahl für *Roth* ist der Zahl für *Blau* gleich, und die Zahlen n und p für die beiden *Violet* sind die kleinsten. Man kann daher mit vielem Grunde annehmen: daß die Glieder der *ersten Elementarreihe* die Größe der von jeder Farbe hervor gebrachten *Erleuchtung* oder die Quantität des *freien Lichts* ausdrücken, welches jede Farbe auf den Gegenstand oder in das Auge sendet.

Die Versuche, welche D. Herschel über die wärmende Kraft der farbigen Strahlen angestellt hat, indem er einzelne prismatische Farben nach Newton'scher Eintheilung auf ein empfindliches Thermometer fallen liefs, sind ebenfalls meiner Theorie günstig. Diese beweisen die Schlüsse, welche er aus seinen acht ersten Versuchen S. 9. [Ann. B. 7. S. 140.] zieht. Er sagt nämlich: In den rothen Strahlen stieg das Thermometer zufolge des ersten Versuchs $6\frac{3}{4}$ Grad, nach dem zweiten aber 7 Grad; das Mittel aus beiden ist $6\frac{7}{8}$ Grad. Der dritte Versuch gab für das Steigen des Quecksilbers mittelst der grünen Strahlen $3\frac{1}{2}$ Grad, woraus wir also das Verhältnifs der wärmenden Kraft der rothen Strahlen zu der wärmenden Kraft der grünen Strahlen wie 55 zu 26 bekommen. Der vierte Versuch gab für die violetten Strahlen 2 Grad, und damit verhält sich das Steigen des Quecksilbers in den rothen Strahlen zu den in den violetten Strahlen wie 55 zu 16. Einen hinreichenden Beweis für die Genauigkeit dieser Versuche giebt das Resultat der vier letztern. Denn nach dem fünften Versuche stieg das Thermometer in den rothen Strahlen $2\frac{3}{4}$ Grad, und nach dem sechsten stieg es 4 Grad; das Mittel aus beiden ist $3\frac{3}{8}$ Grad. Der siebente Versuch gab $1\frac{1}{2}$ Grad und der achte 2 Grad für des Thermometers Steigen in den grünen Strahlen, folglich im Mittel $1\frac{1}{2}$ Grad. Daher verhält sich nun das Steigen in den rothen zu dem in den grünen Strahlen wie 27

zu 11 oder wie 55 zu 22,4. Will man aber das Mittel aus beiden Thermometern nehmen, so erhält man 55 zu 24,2 oder etwas mehr, als $2\frac{1}{2}$ zu 1 im rothen zum grünen und $3\frac{1}{2}$ zu 1 im rothen zum violetten Lichte.

Es verhalten sich aber bei meiner zweiten Elementarreihe die Zahlen

für Dunkelroth zu bläulich Grün wie	1,424 : 0,649 =	55 : 25
— Dunkelroth zu gelblich Grün wie	1,424 : 0,714 =	55 : 27
— Dunkelroth zu Violet	wie 1,424 : 0,414 =	55 : 15
— lichte Roth zu Violet	wie 1,245 : 0,414 =	55 : 18.

Aus dieser Vergleichung erhellet, daß die Verhältnisse der Zahlen meiner Elementarreihe mit den von D. Herschel aus seinen Versuchen gezogenen Verhältnissen sehr nahe übereinkommen. Eine größere Uebereinstimmung ist nicht zu erwarten, da der D. Herschel nach der Newton'schen Eintheilung des Bildes nur 7 Farben, also nur einerlei Violet und einerlei Grün annimmt, auch wegen der geringen Breite der prismatischen Farben eine genauere Unterscheidung der Schattirungen für die obwohl kleine Thermometerkugel nicht beobachten konnte.

Da nun hieraus erhellet, daß die Glieder der ersten Elementarreihe die Quantität des freien Lichts und die Glieder der zweiten Elementarreihe die Quantität der freien Wärme ausdrücken, welche zu Hervorbringung des Effects der ihnen zugehörigen Farben erforderlich sind; so läßt sich nunmehr mein gegebenes Gesetz mit diesen beiden Stoffen ausdrücken, nämlich:

Der Effect jeder einzelnen Farbe besteht aus dem freien Lichte und dem Produkte des freien Lichts in die freie Wärme.

Der Effect solcher Farben, welche nicht über die siebente Farbe hinaus gehen, oder so weit dieselben auf einen Hauptstrahl gerechnet werden können, ist aus dem geometrischen Mittel alles freien Lichts und dem Produkte des geometrischen Mittels alles freien Lichts in das arithmetische Mittel aller freien Wärme der gegebenen Farben zusammengesetzt. In Ansehung der Effecte, wo beide Strahlen wirksam sind, beziehe ich mich auf die oben gemachten Bemerkungen.

III.

N e u e
*Untersuchungen und Bemerkungen über die brenn-
 baren Gasarten, welche unter den Benennungen
 Kohlen-Wasserstoffgas und oxydirtes
 Kohlen-Wasserstoffgas begriffen werden,*

von
C. L. BERTHOLLET *).

Ich habe mich zu verschiedenen Mahlen mit Untersuchungen über die zusammengesetzten brennbaren Gasarten beschäftigt; die Mittel, deren ich mich dabei bediente, waren aber unvollkommen. Haben gleich andere Chemiker manches Licht über die Natur derselben verbreitet, so ist man doch noch über ihre relative Zusammensetzung und über die Arten, welche man von ihnen zu unterscheiden hat, im Ungewissen. Und doch ist es wichtig, diese Gasarten ganz genau zu kennen; besonders in Hinsicht der Analyse der vegetabilischen

*) Frei übersetzt aus dem zweiten Theile der *Mémoires de phys. et de chimie de la Société d'Arcueil*, der durch seinen bewundernswürdigen Reichthum an wichtigen Bereicherungen der Physik und der Chemie die höchsten Begriffe von dem Gelehrten-Verein zu Arcueil, und den Talenten, dem Geiste und dem wissenschaftlichen Eifer seiner Mitglieder erregt. Mir ist dieser Band aus den Händen des Verfassers dieses Aufsatzes, des Senators Grafen Berthollet zugekommen, und ich sehe dar-

und der thierischen Körper. Ihre Natur zu erforschen hat aber große Schwierigkeit, und erst wiederholte Beobachtungen haben die Gründe der Irrthümer kennen gelehrt, in die man dabei gerathen kann.

1.

Ich will damit anfangen, nachzuweisen, worin es meinen frühern Untersuchungen an Genauigkeit fehlt, und wie ich bei den neuen Untersuchungen, die ich jetzt bekannt mache, diesen Mängeln abzuhelpen gesucht habe.

Meine ersten Untersuchungen stehen in den *Schriften der pariser Akademie der Wissenschaften auf das Jahr 1785* *). Sie beschäftigten sich mit der Sumpfluft und mit den Gasarten, welche ich durch Einwirkung der Hitze auf Kohle, auf Seide, auf Zucker und auf Oehle erhalten hatte. Ich bestimmte das Verhältniß, worin beim Detoniren mit Sauerstoffgas jede derselben Sauerstoffgas verzehrt und kohlenfaures Gas erzeugt. Ich fand, daß die Sumpfluft sich von den andern dieser zusammengesetzten brennbaren Gasarten da-

in eine Aufforderung dieses ehrwürdigen Veterans in der Wissenschaft, diesen Band für die *Annalen* eben so, als es mit dem vorigen geschehen ist, zu benutzen. Es soll an keiner Sorgfalt von meiner Seite fehlen, daß der Leser die Abhandlungen allmählig, auf eine dem Originale würdige Art frei bearbeitet erhalte.

Gilbert.

*) *Suite des recherches sur les substances animales, Mém. de l'Acad. des Sciences A. 1785.* B.

durch ausgezeichnet, daß sie eine bedeutende Menge Stickgas enthält; und daß das Gas, welches man durch Destillation aus Kohle erhält, wenn es von verschiedenen Destillationen herrührt, viel größere Ungleichheiten im Zerlegen zeigt, als die Gasarten aus den andern genannten Körpern. Ich hatte aber bei diesen Versuchen verabsäumt, das specifische Gewicht der Gasarten zu bestimmen; es ließ sich daher aus ihnen kein bestimmter Schluß über die Zusammensetzung dieser Gasarten überhaupt ziehen. Ueberdies geschahen die Detonationen über Wasser; und Herr Thomson hat gezeigt, daß, so vorsichtig man auch verfahren mag, doch dabei stets ein Theil des kohlenfauren Gas vom Wasser verschluckt wird, ehe man noch die Verminderung des Volumens bestimmen kann, die von der Erzeugung des Wassers aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas herrührt, und die sich zu erkennen giebt, so bald man den untern Hahn des Eudiometers öffnet.

Die zweite Reihe meiner Untersuchungen ist in dem 4. Bande der *Schriften des National-Instituts* abgedruckt *). Es war meine Absicht, alle zusammengesetzten brennbaren Gasarten, [welche Kohlenstoff enthalten,] und von denen einige erst seit meiner frühern Arbeit entdeckt worden waren, in dieser Untersuchung zu umfassen, ihre Bestandtheile zu bestimmen, und auszumachen,

*) *Observations sur le charbon et les gaz hydrogènes carbonés. Mém. de l'Inst. nat. de Fr., So. math. et phys. t. 4. p. 269f.*

worin sie von einander verschieden sind. Aber diese Arbeit blieb in mehrerer Hinsicht unvollkommen. 1) Hatte ich das specifische Gewicht der Gasarten nicht selbst bestimmt, sondern nahm es bei meinen Rechnungen so an, wie es andere Chemiker in ihren Versuchen gefunden hatten; bei der großen Ungleichheit, die sich in dem specifischen Gewichte dieser Gasarten nach Verschiedenheit der Umstände findet, unter denen sie gebildet worden sind, mußte es aus diesem Grunde meinen Bestimmungen an Schärfe fehlen. 2) Ich bin bei meinen Rechnungen von der Voraussetzung ausgegangen, daß das kohlensaure Gas einen bestimmten Theil seines Gewichts an Wasser enthalte, und dieses hat meine Resultate ungewiß gemacht; denn wenn man auch zugiebt, daß das kohlensaure Gas einen Antheil Wasser enthält, welches sich durch kein hygrometrisches Mittel daraus darstellen läßt, so darf man doch diesen Wassergehalt nicht bei der Bestimmung der Bestandtheile gasartiger Verbindungen mit bestimmten Zahlen in Rechnung bringen, sondern muß ihn in den Produkten von Operationen, in welchen kohlensaures Gas sich bildet oder sich zersetzt, ganz unbestimmt lassen. 3) Auch dieses Mal hatte ich alle meine Detonationen über Wasser vorgenommen. 4) Endlich hatte ich verabsäumt, die Rückstände der Detonationen zu untersuchen, und mich damit begnügt, sie durch wiederholtes Detoniren auf den kleinst-möglichen

Umfang herab gebracht zu haben. Und doch hatte ich den Satz aufgestellt, es gebe verbrennliche Gasarten, in deren Mischung Sauerstoff mit eingeht, und die man von dem Kohlen-Wasserstoffgas (*gas hydrogènes carburés*) durch die Benennung *oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas* (*gas hydrogènes oxycarbonés*, oder vielmehr *oxicarbonés*) unterscheiden müsse. Ich hatte gezeigt, daß man Gase dieser Art erhält, wenn man öhlerzeugendes Gas, oder Gas, das beim Destilliren fester Oehle übergeht, mit weniger Sauerstoffgas detonirt, als nöthig ist, um sie gänzlich zu verbrennen; und daß zu dieser Art auch die Gase gehören, welche Kohle und Zucker in der Destillation hergeben. Dem zufolge theilte ich die zusammengesetzten brennbaren Gasarten, [welche Kohlenstoff enthalten,] in zwei Hauptklassen: *carburés* (*Kohlen-Wasserstoffgase*), welche bloß aus Wasserstoff und Kohlenstoff nach verschiedenen Verhältnissen bestehen, und *oxycarbonés* (*oxydirte Kohlen-Wasserstoffgase*), die über dieses noch einen variablen Antheil Sauerstoff besitzen.

Kurz vorher hatte Cruickshank zwei sehr interessante Abhandlungen über die verschiedenen Arten des Kohlen-Wasserstoffgas und über das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd im fünften Bande von Nicholson's Journal bekannt gemacht *). Ich lernte sie erst kennen, als diese meine Untersuchungen vollendet waren, und konnte sie dabei

*) Die erste davon steht in diesen Annalen, B. 9. S. 103.

nicht mehr benutzen. Allein Cruickshank nahm keinen Sauerstoff in den verschiedenen Arten des Kohlen-Wasserstoffgas als Bestandtheil derselben an; schrieb aber einen Theil ihres Gewichts dem Gehalte derselben an Wasser zu, der indess, wie Hr. Henry gezeigt hat *), viel zu groß seyn würde, als dass man ihn zugeben kann.

Seitdem hat Herr von Sauffure durch äusserst sorgfältige Versuche bewiesen, dass das Gas, welches man erhält, wenn man Aetherdampf oder wenn man Alkoholdampf durch ein glühendes Porcellainrohr treibt, nicht, wie ich aus den Versuchen der holländischen Chemiker geschlossen hatte, blosses Kohlen-Wasserstoffgas, sondern oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas ist, dessen Bestandtheile in dem Gas aus Aether in einem andern Verhältnisse als in dem Gas aus Alkohol vorhanden sind, und nach Verschiedenheit der Umstände, unter denen die Operation vor sich geht, variiren **). Ferner hat Herr Thomson in einem Aufsatze, der sehr viel interessante Beobachtungen enthält, gezeigt, dass das Gas, welches man beim Destilliren von Torf erhält, oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas ist, und er hat die Bestandtheile desselben ihrem Zahlwerthe nach bestimmt ***). Endlich zieht Herr Murrai, in dem *System of chemistry*, das er vor Kurzem herausgegeben hat,

*) Diese Ann., B. 22. S. 58., in f. für die Einsicht in die Natur der Flamme lehrreichen Untersuchungen. Gilbert.

**) Diese Annalen, B. 29. S. 288 f.

Gilbert.

**) Man sehe den folgenden Aufsatz.

Gilbert.

aus seinen gelehrten Erörterungen über die zusammengesetzten brennbaren Gasarten [die Kohlenstoff enthalten] den Schluss, daß sie alle oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas sind.

Ich habe geglaubt, meine Untersuchungen noch einmahl wieder aufnehmen zu müssen, um ihnen mit Hülfe der neueren Beobachtungen eine größere Genauigkeit und Präcision zu geben. Ich habe vorzüglich die beiden folgenden Fragen vor Augen gehabt, welche ich durch sie beantwortet zu sehen hoffte: Gehören alle zusammengesetzten [Kohlenstoff-haltenden] brennbaren Gasarten, welche man bis jetzt kennt, in die Klasse der oxydirten Kohlen-Wasserstoffgase, oder muß man die Unterscheidung derselben in Kohlen-Wasserstoffgase und in oxydirte Kohlen-Wasserstoffgase beibehalten? Worauf beruht die Verschiedenheit der Varietäten dieser Gasarten?

Bei dem öhlerzeugenden Gas und bei dem gasförmigen Kohlenstoff-Oxyde werde ich mich in diesen Untersuchungen nicht lange verweilen.

Die Analysen, auf welche sie mich geführt haben, und von denen ich mehrere übergehe, sind von Hrn. Berard ausgeführt worden, der in Untersuchungen dieser Art sehr geübt ist, und die größte Sorgfalt auf sie gewendet hat. Jedes der Resultate, die man in der folgenden Tafel findet, ist ein Mittel aus zwei Versuchen, bei denen wir es bewenden ließen, wenn sie nahe übereinstimmten; fielen die Versuche weiter aus einander, so

stellten wir der Versuche drei oder vier an, und verwarfen die, welche sich so weit von den andern entfernten, daß wir Fehler in ihnen vermuthen mußten.

Alle Detonationen geschahen über Quecksilber in einem Eudiometer mit eisernen Kappen und Hähnen, und das Eudiometer war im Augenblicke der Detonation ganz verschlossen. Jedes brennbare Gas wurde mit mehr Sauerstoffgas detonirt, als nach einem vorläufigen Ueberschlage nöthig war, um es vollständig zu verbrennen. Wir fanden aber, daß die Gasarten, welche einen ansehnlichen Antheil Kohlenstoff enthielten, keine gleichförmigen Resultate gaben, wenn wir die ganze nöthige Menge Sauerstoffgas auf einmal mit ihnen detonirten. In diesem Falle entzog das brennbare Gas sich dem Verbrennen bald mehr bald weniger, wenn gleich das Sauerstoffgas in bedeutendem Uebermaasse zugesetzt worden war. Wir haben daher bei der Analyse der mehresten dieser Gasarten das Sauerstoffgas in zwei gleiche Theile getheilt, und sie zuerst mit der einen, und dann noch einmal mit der andern Hälfte detonirt. Bei dem Gas, welches Kohle durch Destillation, gegen das Ende der Operation hergiebt, bedurfte es nur einer einmaligen Detonation.

Da der Gasrückstand bald mehr bald weniger Sauerstoffgas enthielt, so haben wir ihn mit einer bekannten Mischung aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, worin des letztern am mehresten war,

noch einmahl detonirt; manchemahl bedienten wir uns auch des Schwefel-Wasserstoff-Kalks, und einige Mahle beider eudiometrischer Mittel.

Wir haben alle Gasarten auf die Temperatur von 0° und auf einen Druck von 0,76 Meter reducirt, und alle für völlig feucht genommen, denn sie hatten über Wasser gestanden, sowohl ehe wir sie in den Ballon brachten, in welchem sie gewogen wurden, als auch ehe wir sie der Analyse unterwarfen. Auch die atmosphärische Luft haben wir jedes Mahl völlig feucht gewogen.

Folgendes sind die Data, von denen ich bei meinen Rechnungen ausgegangen bin.

Die Correction wegen der Feuchtigkeit habe ich nach Dalton's Tabelle [diese *Annalen*, B. 15. S. 8.] vorgenommen.

Um das Volumen eines Gas, von irgend einer andern Temperatur als 0°, auf diese Temperatur zu reduciren, habe ich, den Resultaten des Hrn. Gay-Lussac zufolge, dieses Volumen mit 266,66 multiplicirt, und dividirt mit der Zahl der Thermometergrade nach der Centesimalskale, vermehrt um 266,66 *).

*) Ist nämlich t die Zahl dieser Grade, und das Volumen des Gas ist unter unverändertem Drucke bei 0° Wärme gleich V , und bei t Grad Wärme gleich V' , so ist, Hrn. Gay-Lussac's Versuchen über die Ausdehnung der elastischen Flüssigkeiten zufolge, $V' = V(1 + 0,00375 \cdot t)$,

$$\text{also } V = V' \cdot \frac{1}{1 + 0,00375 \cdot t} = V' \cdot \frac{266,66}{266,66 + t}.$$

Gilbert.

Ferner habe ich nach den Bestimmungen der HH. Biot und Arago *) folgende Gewichte der Gasarten angenommen. Bei 0° Wärme und 0,76 Meter Druck wiegt 1 Liter

atmosphärische Luft	1,297	Grammes
Sauerstoffgas	1,432	—
Wasserstoffgas	0,095	—
kohlenfaures Gas	1,972	—

Das *kohlenfaure Gas* enthält ein dem feinigsten gleiches Volumen Sauerstoffgas in sich, und besteht dem Gewichte nach aus 0,26 Kohlenstoff und 0,74 Sauerstoff. Das *Wasser* besteht dem Gewichte nach aus 0,87 Sauerstoff und 0,13 Wasserstoff.

Ich gebe hier ein Beispiel der Rechnung an dem Gas, welches ich in der folgenden Tabelle mit *A* bezeichnet habe **).

1. *Specifisches Gewicht.*

Thermometerst. + 17°,5 C.; Barometerst. 0,7564 Met.

Gew. des Ballons voll atm. Luft 754,737 Grammes.

Gewicht des leeren Ballons 749,222 —

Thermometerst. + 18°,5 C.; Barometerst. 0,7560 Met.

Gewicht des Ballons voll Gas *A* 752,195 Grammes.

Also

Gewicht der atmosph. Luft 5,515 —

Gewicht der Gasart *A* 2,973 —

*) Diese *Annalen*, B. 26. S. 94.

Gilbert.

**) Ich habe in der Darstellung der Rechnung den Vortrag des Verfassers etwas abgeändert, auch dieses Beispiel und die darauf folgende Tabelle, welche in dem Originale an das Ende der Abhandlung gestellt sind, hier eingeschaltet.

Gilbert.

Correctionen.

Zur Temperatur $+ 17,5^{\circ}$ C. gehört in Dalton's Tabelle eine Elasticität von $0^m,01493$ Queckfilberhöhe. Also war die Elasticität der völlig trocknen atmosphärischen Luft im Ballon nur $0^m,74147$. Bei $0^m,76$ Druck würde sie also nur $0,97562$ des gefundenen Volumens eingenommen haben, und dieses auf 0° Temperatur reducirt, giebt $0,91562$ des gefundenen Volumens.

Wird das Volumen des Gas A auf dieselbe Art auf völlige Trockenheit, auf $0^m,76$ Barometerhöhe und 0° Temperatur reducirt, so kommt das Volumen desselben auf $0,91076$ des gefundenen herab.

Also wiegen bei völliger Trockenheit, $0^m,76$ Druck und 0° Wärme, gleiche Volumina

von atmosphärischer Luft	$\frac{5,515}{0,91562}$	Grammes.
--------------------------	-------------------------	----------

von der Gasart A	$\frac{2,973}{0,91076}$	—
------------------	-------------------------	---

Folglich ist das specifische Gewicht der Gasart A $= 0,54200$, wenn das der atmosphärischen Luft 1 gesetzt wird.

Aber beim Zerlegen dieser Gasart fand sich, daß ihr in 100 Theilen 14,92 Theile atmosphärische Luft beigemengt waren. Sind aber A Theile einer und B Theile einer zweiten Gasart, von denen die erste das specifische Gewicht a , die andere das specifische Gewicht b hat, mit einander gemengt, und das specifische Gewicht der Mischung ist c , so ist, nach einer Formel, welche Hr. Thomson giebt, $b = \frac{(A+B)c - Aa}{B}$. Also ist in unserem Falle das specifische Gewicht der völlig reinen Gasart A $= 0,46168$.

Also

- *) Der Mischungsrechnung entsprechend, unter der Voraussetzung, daß das Volumen der Mengung unverändert der Summe der Volumina der beiden Gasarten gleich bleibe.

Gilbert.

Also wiegt 1 Litre von der Gasart A, bei völliger Reinheit und Trockenheit und bei 0° Wärme und 0,76 Meter Barometerstand 0,59791 Grammes, und 100 Litres wiegen 59,791 Grammes.

2. Analyse.

Man sieht aus der Tabelle, daß die Gasart A beim Detoniren mit Sauerstoffgas so viel kohlenfaures Gas gebildet hat, daß auf 100 Litres Gas 36,22 Litres kohlenfaures Gas kommen. Diese wiegen 110,809 Grammes, und enthalten 28,80 Grammes Kohlenstoff; so viel Kohlenstoff absorbirt aber, wenn er sich in kohlenfaures Gas verwandelt, 36,22 Litres Sauerstoffgas.

Da aber, wie die Tabelle zeigt, 100 Litres der Gasart A 80,86 Litres Sauerstoffgas verzehrt haben, also 24,64 Litres mehr, als der Kohlenstoff absorbiren konnte; so müssen diese dazu verwendet worden seyn, mit dem Wasserstoff des Gas Wasser zu bilden. Sie verzehren aber dabei 49,28 Litres Wasserstoffgas, und diese wiegen 4,68 Grammes.

Da nun 100 Litres oder 59,791 Grammes der Gasart A 28,80 Gr. Kohle und 4,68 Gr. Wasserstoff enthalten, so bleibt ein Ausfall an Gewicht von 26,31 Gr. Dieser kann aber bloß von dem Wasser herrühren, das sich beim Detoniren aus den Bestandtheilen des Gas selbst gebildet hat. Berechnet man also die Menge von Wasserstoff und von Sauerstoff, welche in 26,31 Gr. Wasser enthalten sind, und fügt diese zu jenen Bestandtheilen hinzu, so erhält man folgende Bestandtheile der Gasart A in 59,791 Grammes:

Kohlenstoff	28,80	Grammes
Wasserstoff	8,10	—
Sauerstoff	22,89	—

welches auf 100 Theile dieses oxydirten Kohlen-Wasserstoffgas die in der Tabelle angegebenen Gewichtsmengen der Bestandtheile giebt.

Die Resultate unserer zerlegenden Versuche mit
in der folgenden Tabelle zusammen:

Völlig reines und trocknes Gas,

Erhalten		Specifisches Gewicht (das der at- mosph. Luft = 1 gesetzt)	Gewicht von 1 Litre Grammes
bei dem Destilliren von Kohle	A. zu Anfang der ersten Operation	0,46168	0,59791
	B. mitten in dersel- ben	0,48500	0,62904
	C. zu Ende derfel- ben	0,35121	0,32554
	D. zu Anfang der zweit. Operation	0,46090	0,59807
	E. zu Ende derfel- ben	0,18083	0,23453
F. bei Zersetz. von Wasser durch Kohle, die in einer Esse geglüht worden war		0,25940	0,33593
G. aus Kohle, als die Hitze so- gleich sehr erhöht wurde		0,18916	0,24513
durch Zersetz. von	H. Kampherdampf	0,30858	0,40077
	I. Oehldampf	0,34857	0,45135

brennbaren, Kohlenstoff haltenden Gasarten, stelle ich

Gas, bei 0° Temper. und 0^m,76 Druck:

100 Litres des Gas erfordern, um zu ver- brennen, Sauerstoffg.	erzeugen im Verbren- nen kohlenf. Gas	Bestandtheile des Gas in 100 Grammes			Stickgas enthalten in 100 Lit. des Gas: Litres
		Kohlen- stoff Gramm.	Sauer- stoff Gramm.	Wasser- stoff Gramm.	
10,86 Lit.	56,22 Lit.	48,17	38,28	13,55	11,79
72,66	59,60	48,55	41,34	10,11	9,37
64,50	28,35	44,60	28,10	27,30	10,44
89,56	60,26	51,64	34,00	14,36	8,71
61,95	17,12	37,39	22,91	39,70	7,97
59,70	28,79	43,91	33,61	22,48	6,95
73,17	23,68	49,49	10,61	39,90	7,14
85,04	38,05	48,63	25,35	26,02	11,62
94,10	45,87	52,09	24,03	23,88	4,30

3.

Da das Gas, welches sich *aus Kohlen*, die in einer Retorte erhitzt werden, entbindet, besonders grofse Verschiedenheiten in seiner Mischung zeigt, so habe ich mich vorzüglich mit diesem Gas beschäftigt, und es sowohl in verschiedenen Zeitpunkten, als auch bei verschiedenen Graden der Hitze, mit der die Destillation betrieben wurde, untersucht. Es wurde während der Operation in drei verschiedenen Portionen aufgefangen; das Gas, welches sich in den Zwischenzeiten entband, liefs ich entweichen. Ein Zufall brachte mich um die zweite Portion bei der zweiten Destillation. Bei diesen beiden Destillationen verstärkte ich die Hitze nur allmählig, so wie die Gasentwicklung nachliefs. Bei einem dritten Versuche gab ich gleich zu Anfang der Operation so starke Hitze als möglich. Endlich habe ich durch Kohle, die zuvor in einer hohen Hitze calcinirt worden war, und in einer Porcellainröhre im Glühen erhalten wurde, Wasserdämpfe, die ich darüber fortsteigen liefs, zersetzt, und das Gas, welches dabei entstand, untersucht.

Wenn man die specifischen Gewichte dieser Gasarten, und die Produkte der Zersetzung, welche sie mir bei ganz gleichem Verfahren gegeben haben, mit einander vergleicht, so wird man sich nicht mehr über die grofse Verschiedenheit verwundern, welche in den von verschiedenen Chemikern angestellten Analysen dieser Gasarten

herrscht. Der Zeitpunkt, wenn sie die untersuchte Gasportion auffingen, der Grad der Hitze, mit der sie die Destillation betrieben, und wahrscheinlich auch der Zustand der Kohle, die sie brauchten, haben insgesamt darauf Einfluss gehabt.

Ich habe in meinen zweiten Untersuchungen angeführt, daß 100 Theile Gas, welche zu Ende einer solchen Destillation aufgefangen wurden, beim Detoniren nur 10 Theile kohlenfaures Gas gegeben haben. Nun kann zwar ein Theil des kohlenfauren Gas, welches entstanden war, sich mir entzogen haben, weil ich die Detonation über Wasser vornahm; allein man kann in der That Gas auffangen, welches noch weniger kohlenfaures Gas bildet. Ich habe die allerletzte Gasportion analysirt, welche bei einer Destillation sich erst entband, als ich die Hitze möglichst verstärkte; sie gab beim Detoniren mit Sauerstoffgas nur 0,06 ihres Volumens an kohlenfaurem Gas.

Man sieht aus den beiden in der Tabelle dargestellten Destillationen, daß der Antheil Gas, der zuletzt übergeht, specifisch leichter und viel reicher an Wasserstoff, aber ärmer an Sauerstoff ist, als der Antheil Gas, der in der Destillation der Kohle sich zuerst entbindet. Diese zuletzt übergehende Portion nähert sich dem Gewichte des Gas, welches man erhält, wenn man gleich zu Anfang einer Operation möglichst starkes Feuer giebt; von allen aber enthält

dieses am wenigsten Sauerstoff. Das bei der Wasserzeretzung durch Kohle entstehende Gas ist ärmer an Wasserstoff als jener zuletzt übergebende Antheil, ungeachtet es beinahe dasselbe specifische Gewicht hat; es enthält aber verhältnißmässig mehr Sauerstoff.

Bei der Analyse aller dieser Gasarten tritt ein Umstand ein, der sie einigermassen zweifelhaft macht, und den ich hier erörtern muß. Man habe nämlich die Operationen auch noch so vorsichtig angestellt, zum Destilliren eine kleine inwendig glasierte Porcellainretorte genommen, sie mit eben ausgekochtem Wasser gesperrt, und geraume Zeit gewartet, bevor man das sich entbindende Gas auffing, um es zu analysiren; immer findet sich in dem Rückstande der Analyse eine veränderliche und manchemahl ziemlich beträchtliche Menge Stickgas. Die letzte Spalte der Tabelle giebt an, wie viel Stickgas jede der untersuchten Gasarten in der Analyse gegeben hat.

Auch Thomson hat in den brennbaren Gasarten, die er bei der Destillation von Torf auffing, Stickgas, und in noch grösserer Menge, als ich bei meinen Versuchen, gefunden. Salpetergas bewirkte eine Raumverminderung in diesen brennbaren Gasarten, woraus er schliesst, daß sie, ungeachtet aller Sorgfalt, die er angewendet habe sie unvermischt zu erhalten, doch mit atmosphärischer Luft gemengt waren. Er bestimmte die Menge derselben aus jener Raumverminderung

des brennbaren Gas mit Salpetergas, nach einer Formel, welche von Dalton herrührt, und zog sie von dem brennbaren Gas ab, um das rechte specifische Gewicht desselben und das wahre Verhältniß der Bestandtheile zu finden.

Ich habe dieses Mittel auf mehrere der von mir analysirten brennbaren Gasarten angewendet, die Menge des Stickgas, welche es angab, blieb aber immer unter der, welche die Analyse nachwies. Ich sah mich daher nach einem andern Hülfsmittel um und versuchte, den Sauerstoff der atmosphärischen Luft durch flüssigen Schwefel-Wasserstoff-Kalk abzuscheiden. Aber jene brennbaren Gasarten lösen sich selbst in bedeutender Menge in dieser Flüssigkeit auf. Nachdem ich sie mit ihr geschüttelt hatte, verminderten sie sich indess nicht mehr mit Salpetergas, und dieses berechtigt uns, zu schliessen, daß ihre Raumverminderung mit diesem Gas vor dem Schütteln mit flüssigem Schwefel-Wasserstoff-Kalk, in der That auf einer Beimengung von atmosphärischer Luft beruht, woher auch diese atmosphärische Luft rühre.

Es ist nach allem diesen so gut als gewiß, daß ein Theil des Stickgas, welches sich in den hier mitgetheilten Analysen gefunden hat, von atmosphärischer Luft herrührte, die den brennbaren Gasarten beigemengt war. Der folgende Versuch macht es aber wahrscheinlich, daß ein Theil dieses Stickgas aus der Kohle selbst herrührte.

Ich erhitzte Kohle in der stärksten Gluth einer Schmiede, warf sie, als sie noch sehr warm war, zugleich mit Quecksilberoxyd schnell in eine kleine Porcellainretorte, setzte diese sogleich in einen Ofen, sperrte ihren Hals mit Quecksilber, um allen Zutritt von Feuchtigkeit abzuhalten, und gab Feuer, wobei ich das Gas, welches überging, erst lange Zeit in das Freie entweichen ließ, und dann in einer großen Flasche voll Wasser, das so eben lange Zeit über gekocht hatte, aufging. Nachdem dieses geschehen war, schüttelte ich die Flasche, damit alles kohlenfaure Gas von dem noch übrigen Wasser verschluckt würde. Der Rückstand bestand aus Sauerstoffgas, das mit einer ziemlich beträchtlichen Menge Stickgas vermischt war. Und doch hatte ich mich vor dem Versuche überzeugt, daß das Quecksilberoxyd, welches für diesen Versuch mit großer Sorgfalt bereitet worden war, wenn es für sich durch Hitze zersetzt wurde, nichts als Sauerstoffgas, ohne alle Beimischung von Stickgas, hergab. Beim Wiederholen dieses Versuchs habe ich verschiedene Gasportionen einzeln aufgefangen, und gefunden, daß der Antheil, welcher sich zuletzt entband, das meiste Stickgas enthielt.

Als ich den letzten Antheil des brennbaren Gas, den Kohle beim Destilliren, wenn die Hitze am mehresten verstärkt ist, hergießt, analysirte, fand sich, daß auch er noch Stickgas enthielt.

Aus diesen Versuchen wird es mir wahrscheinlich, daß ein Theil des Stickgas, welches ich erhielt, aus der Kohle selbst herrührte, und daß Kohle, die man der stärksten Hitze ausgesetzt hat, noch Stickstoff in ihrer Mischung enthält. Da indess mit noch größerer Zuverlässigkeit dargethan war, daß das Stickgas, welches sich bei den zerlegten brennbaren Gasarten fand, zum Theil von beigemengter atmosphärischer Luft herkam, so habe ich bei den Bestimmungen, welche man in der Tabelle aufgeführt findet, angenommen, daß alles diesen Ursprung habe, und die Menge der beigemengten atmosphärischen Luft diesem zufolge aus der Menge Stickgas, welche die Analyse gab, berechnet, und ~~von~~ von dem Gas abgezogen. Die Ungewissheit, welche hierbei bleibt, ist unbedeutend; denn wenn man die Rechnung nach den durch unmittelbare Beobachtung gegebenen Datis führt, so erhält man die verhältnismäßige Menge des Sauerstoffs nur um ein Weniges kleiner, und auf sie kommt es uns hier ganz vorzüglich an.

Noch muß ich bemerken, daß bei dem eben beschriebenen Versuche, (als Kohle mit Quecksilberoxyd im eingeschlossenen Raume erhitzt wurde,) zu Anfang der Operation einige Tropfen Wasser übergingen; und doch war die Kohle zuvor der stärksten Hitze ausgesetzt worden, und im Quecksilberoxyd läßt sich Anwesenheit von Wasser nicht vermuthen. Es ist bekannt, daß

Landriani und van Marum dieselbe Beobachtung mit Bleioxyd gemacht haben.

4.

Aus den hier erzählten Versuchen sieht man, daß alle Gasarten, welche ich durch Destillation und durch Wasserzersetzung aus Kohle unter abgeänderten Umständen erhalten habe, zu der Klasse der oxydirten Kohlen-Wasserstoff-Gase gehören. Dasselbe ist der Fall mit den Gasen, welche bei Zersetzung von Kampher und Oehl durch Hitze entstehen. Herr von Saussure hat dargethan, daß die brennbaren Gasarten, in welche sich Aether und Alkohol verwandeln, wenn sie durch glühende Porcellanröhren steigen, ebenfalls oxydirtes Kohlen-Wasserstoffgas sind. Eben dahin gehört, nach Thomson's Untersuchung, das Gas, welches übergeht, wenn man Torf destillirt.

Die Zahl dieser genau untersuchten brennbaren Gasarten, welche man aus so verschiedenen Körpern und auf so verschiedenen Wegen darge stellt hat, scheint mir hinlänglich zu seyn, um uns zu dem Schluß zu berechtigen, daß alle Gasarten, welche man bisher mit dem Namen *Kohlen-Wasserstoffgas* (*hydrogènes carburés*) bezeichnet hat, für *oxydirte-Kohlen-Wasserstoffgase* (*hydrogènes oxicarburés*) zu nehmen sind, wie das schon Murray vermuthet hatte.

Die große Verschiedenheit, welche wir in ihrer Zusammensetzung und in ihrem specifischen

Gewichte finden, je nachdem sie aus andern Körpern und unter andern Hitzegraden entwickelt worden, und die Umstände sonst verschieden sind, kann jedoch nicht daraus erklärt werden, wie es Herr Henry gethan hat, daß sie Mischungen aus vier brennbaren Gasarten sind, aus Wasserstoffgas, Kohlen-Wasserstoffgas, öhlerzeugendem Gas und gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd. Denn 1) ist es eine ganz willkürliche Annahme, daß in den Gasarten, welche man aus Kohle und aus andern vegetabilischen und thierischen Körpern erhält, reines Wasserstoffgas enthalten sey. 2) Hat man in der Natur noch kein Kohlen-Wasserstoffgas gefunden; und Cruickshank hat, um es als Resultat seiner Analysen ansehen zu dürfen, darin einen Gehalt an Wasser annehmen müssen, der ganz unzulässig ist. Endlich läßt sich 3) nicht annehmen, daß in Gasarten, welche eine große Hitze erlitten haben, öhlerzeugendes Gas gegenwärtig sey; denn dieses Gas zersetzt sich in der Hitze, wie die Gesellschaft Amsterdamer Chemiker gefunden hat. Es scheint mir daher außer Streit zu seyn, daß die oxydirten Kohlen-Wasserstoffgase in ihren Mischungs-Verhältnissen einer unbestimmten Verschiedenheit unterworfen sind.

Einigen dieser Gasarten, welche keine sehr große Hitze erduldet haben, scheint in der That öhlerzeugendes Gas beigemischt zu seyn. So z. B. habe ich gefunden, daß Gas, welches sich bei Zersetzung des Oehls durch Hitze entwickelt, wenn

es mit oxygenirt salzsaurem Gas gemengt wird, eine Raumverminderung erleidet. Dieses veranlaßte mich, dieses Gas bei möglichst geringer Wärme zu bilden, und nun verwandelte es sich durch Einwirkung von oxygenirt salzsaurem Gas gänzlich in Oehl, wie das mit öhlerzeugendem Gas geschieht, welches man bei der Aetherbildung auffängt. Ich hätte gewünscht, das öhlerzeugende Gas analysiren zu können; wenn man aber so viel davon nimmt, als zu einer guten Analyse nöthig ist, so detonirt es mit Sauerstoffgas so gewaltsam, daß mir zwei sehr starke Eudiometer zersprengt wurden. Daß es Sauerstoff in seiner Mischung enthält, davon ist das übrigens schon ein hinreichender Beweis, daß es sich, wie die Amsterdamer Chemiker gefunden haben, beim Durchtreiben durch ein glühendes Porcellainrohr in ein Gas verwandelt, welches ganz dem ähnlich ist, das aus Aetherdampf, der durch ein glühendes Rohr steigt, entsteht.

Ueber das *gasförmige Kohlenstoff-Oxyd* lasse ich mich hier in keine neuen Erörterungen ein, sondern begnüge mich mit einigen Bemerkungen.

Herr Thomson hat mit seinem gewöhnlichen Scharffinne die Meinung, welche ich von diesem Gas habe, untersucht. Meinem, gegen die Annahme, es bestehe bloß aus Kohlenstoff und Sauerstoff, geäußerten Bedenken, daß man dann eine Verbindung denken müßte, die specifisch leichter als der leichteste ihrer Bestandtheile

sey, setzt er das oxydirte Stickgas entgegen, welches schwerer als das Salpetergas sey, obgleich es von dem leichtern Bestandtheile mehr als dieses letztere enthalte. Ich weiß sehr wohl, daß sich viele andere Beispiele anführen lassen, in welchen bei gewissen Mischungs-Verhältnissen eine grössere Verdichtung als bei andern Statt findet, in welchen die gegenseitige Wirkung minder energisch ist, unabhängig von den specifischen Gewichten der Elemente; bis jetzt aber würde das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd das einzige Beispiel einer gasförmigen Verbindung seyn, welche specifisch leichter als *der leichteste* ihrer Bestandtheile wäre.

Es scheint mir sehr schwierig zu seyn, das Dunkel, welches auf diesem Gegenstande ruht, zu zerstreuen. Denn da das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd beim Detoniren mit Sauerstoffgas sehr viel kohlensaures Gas bildet, so entzieht sich die geringe Menge von Wasser, die zugleich entsteht, und sich über eine große Oberfläche verbreitet, allen unsern Beobachtungsmitteln. Ich habe indess durch folgenden Versuch die Gegenwart desselben sichtbar gemacht. Ich setzte natürlichen kohlenfauren Baryt in einem Platintiegel einer großen Hitze aus, füllte ihn alsdann schnell, zugleich mit recht trockener Eisenfeile, in eine Porcellainretorte, und gab Feuer. Das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd, welches sich nun entband, wurde aufgefangen und in einem recht trockenen und

sehr durchsichtigen Eudiometer detonirt. Sah man unmittelbar nach der Detonation durch das Eudiometer, so zeigten sich darin ziemlich dichte Dünste, und selbst kleine Wassertropfen, welche sich an den Wänden absetzten, aber kurz darauf wieder verschwanden. Dieser Versuch wurde dreimal, immer mit demselben Erfolge, wiederholt.

Ich habe zu diesem Versuche dasjenige gasförmige Kohlenstoff-Oxyd genommen, welches die kleinste Menge von Wasser enthalten muß; denn aus dem, welches sich aus Metalloxyden und Kohle, die mit einander stark erhitzt werden, entbindet, hatte schon Cruickshank Wasser erhalten, als er es mit Sauerstoffgas detonirte. Selbst wenn man dieses Gas bildet, sieht man, daß sich im Anfange der Operation etwas Wasser absetzt. Daß aber der natürliche kohlenfaure Baryt etwas Wasser enthalte, gegen diese Annahme sollte man sich jetzt nicht mehr erklären, nachdem die Erfahrung uns belehrt hat, daß das Wasser in den mehresten Verbindungen mit großer Kraft zurückgehalten wird.

Ich glaube daher bei der Meinung bleiben zu dürfen, daß das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd einen Theil seiner Eigenschaften einem geringen Antheile an Wasserstoff verdankt, und daß dieser Antheil variabel ist. Die eine Gränze macht das durch ein Metall aus natürlichem kohlenfaurem Baryt oder kohlenfaurem Kalke entbundene gasförmige Kohlenstoff-Oxyd aus; die andere Grän-

ze fällt mit dem Gas zusammen, welches ich aus öhlerzeugendem Gas und Sauerstoffgas erzeugt habe, und endlich mit den oxydirten Kohlen-Wasserstoff-Gasen.

5.

Alle Versuche, welche man über die *Kohle* angestellt hat, beweisen, daß sie in ihrem gewöhnlichen Zustande Wasser enthält, wovon eine nicht unbeträchtliche Menge in der Destillation unzersetzt übergeht. Ein Theil desselben wird unstreitig zersetzt, und trägt zur Bildung von oxydirtem Kohlen-Wasserstoff bei. Aber die sehr große Menge dieses Gas und der beträchtliche Gehalt desselben an Wasserstoff beweisen, daß nicht die ganze Menge dieses Wasserstoffs von dem zeretzten Wasser herrühren kann.

Das kohlenfaure Gas, welches sich zugleich mit dem oxydirtten Kohlen-Wasserstoffgas entbindet, nimmt im Fortgange der Operation immer mehr an Menge ab, und fehlt gegen das Ende derselben ganz. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß es von der Zersetzung des Wassers herrührt; um so weniger, als man auch beim Zerzetzen von Wasser durch Kohle, die zuvor einem heftigen Feuer ausgesetzt worden, viel kohlenfaures Gas zugleich mit dem oxydirtten Kohlen-Wasserstoffgas erhält. Der Antheil von oxydirttem Kohlen-Wasserstoffgas, welcher übergeht, wenn sich kein kohlenfaures Gas mehr bildet, enthält aber

immer noch Sauerstoff, und es ist nicht wahrscheinlich, daß in dem Zeitpunkte, wenn die Hitze auch von jenem Gas nichts mehr entbinden kann, aller Wasserstoff die Kohle verlassen habe; in der er durch Verwandtschaft zurück gehalten wird.

Ich halte daher die gewöhnliche, dem Anscheine nach recht trockene Kohle für eine Verbindung aus Wasser, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Durch Einwirkung der Hitze auf sie vermindert sich das Wasser und wird zersetzt; auch vermindert sich das Verhältniß, worin Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff ihr beigemischt sind. Aber auch dann, wenn sich durch bloße Hitze aus der Kohle nichts mehr austreiben läßt, enthält sie noch immer einen ziemlich großen Antheil Wasserstoff, den man gewahr wird, wenn man die Kohle mit einem Metalloxyde, und ganz vorzüglich, wenn man sie mit Schwefel behandelt. Auch enthält sie dann wahrscheinlich noch Sauerstoff und ein wenig Stickstoff *).

*) Noch am Schlusse dieses Aufsatzes ersuche ich den Leser, die Benennung *oxydirtes*-Kohlen-Wasserstoffgas für *gas hydrogène oxycarburé*, deren ich mich durchgängig bedient habe, in die richtigere, *oxygenirtes*-Kohlen-Wasserstoffgas, zu verwandeln, mit der ich es hinfürto stets bezeichnen werde.

Gilbert.

IV.

U e b e r

das brennbare Gas, welches sich während der
Destillation von Torf bildet,

von

THOMAS THOMSON, M. D., F. R. S.

Frei bearbeitet von Gilbert *).

Es ist allgemein bekannt, daß, wenn man Pflanzenkörper in verschlossenen Gefäßen erhitzt, sie sich zersetzen und unter andern Produkten eine bedeutende Menge brennbares Gas entwickeln, welches nach Verschiedenheit des Pflanzenkörpers und des Grades der Hitze, in den dieser versetzt worden, im specifischen Gewichte, in der Farbe der Flamme, mit der es brennt, und in andern

*) Hr. Thomson hat diese Untersuchungen in dem April-Hefte 1807 des phys. - chem. Journ. Nicholson's bekannt gemacht. Bei der Klarheit des Vortrags, durch die sie sich auszeichnen, und bei der Kürze, in der ich sie hier darstelle, darf ich glauben, daß sie jedem meiner Leser, den die *Thermolampe* interessiert, Vergnügen machen werden, auch wenn er an der wichtigen chemischen Erörterung über die Natur der brennbaren Gasarten, von denen der vorbergehende und dieser Aufsatz handeln, wenig Antheil nehmen sollte. Denn das Verkohlungsgefäß der *Thermolampe* läßt sich eben so gut mit Torf als mit Holz und Steinkohlen anfüllen, und wir lernen daher aus diesen Versuchen wenigstens Eine Art des brennbaren Wesens genauer kennen, dessen überraschendes Flammenspiel wir in der *Thermolampe* bewundern.

Gilbert.

Ff

Eigenschaften verschieden ist. Die Untersuchung dieser brennbaren Gasarten gehört jetzt zu dem Schwierigsten in der pneumatischen Chemie; weder ihre Zahl, noch ihre Bestandtheile sind gehörig ausgemittelt, und mehrere der scharfsinnigsten und am besten unterrichteten Chemiker sind über sie entgegengesetzter Meinung. Nach Einigen sollen sich alle auf drei hinlänglich bekannte Gasarten zurückbringen lassen; nach Andern giebt es dagegen ihrer unendlich viel verschiedene. Dafs wir alle brennbaren Gasarten, die es möglich ist, aus Pflanzenkörpern zu bilden, schon kennen sollten, ist bei dem noch so unvollkommenen Zustande unserer chemischen Kenntnisse nicht glaublich. Umgekehrt ist es aber für die Fortschritte der Wissenschaft zu hoffen, dafs die entgegengesetzte Lehre gleichfalls ungegründet sey; denn gäbe es dieser Gasarten eine unbestimmte Menge, so würde es nicht blofs eine widrige und hoffnungslose Arbeit, sondern selbst eine unnütze Spielerei seyn, sie untersuchen zu wollen.

Es sind bis jetzt drei verschiedene brennbare Gasarten aus Pflanzenkörpern bekannt und mit hinlänglicher Genauigkeit charakterisirt.

1) Das *gasförmige Kohlenstoff-Oxyd*, welches zuerst von Cruickshank untersucht und zerlegt worden ist, und das sich, wie Hr. Henry vor Kurzem gezeigt hat, nicht selten während der Destillation von Pflanzenkörpern erzeugt. Die Charaktere desselben sind: ein spezifisches Ge-

wicht, das dem der atmosphärischen Luft nahe kommt; das Brennen mit blauer Flamme; die geringe Menge von Sauerstoffgas, welche es dabei verzehrt; und die große Menge von kohlenfaurem Gas, welche es bildet.

2) Das *Kohlen-Wasserstoffgas*, welches in warmer Witterung von selbst aus Sümpfen hervorstiegt, genau 0,6 vom specifischen Gewichte der atmosphärischen Luft hat, mit weißer Flamme brennt, dabei das Doppelte seines Volumens an Sauerstoffgas verzehrt, und genau ein dem seinigens gleiches Volumen kohlenfaures Gas bildet.

3) Das *öhl erzeugende Gas*, welches entsteht, wenn man 4 Theile Schwefelsäure mit 1 Theil Alkohol destillirt, und das sich, wie Herr Henry gezeigt hat, beim Verbrennen von Pechkohle in großer Menge entwickelt. Es wird dadurch charakterisirt, daß es, wenn man es mit 3 mahl seinem Volumen oxygenirt-salzsaurem Gas vermischt, die Gasgestalt verliert, und die Gestalt eines Öhls annimmt. Das specifische Gewicht desselben ist 0,9 des der atmosphärischen Luft; und es brennt mit einer gelblich-weißen Flamme, der des Öhles gleich, wobei es mehr Licht als andere Gasarten verbreitet, das Dreifache seines Volumens Sauerstoff verzehrt, und das Doppelte seines Volumens kohlenfaures Gas bildet.

Die mehresten Chemiker sehen jetzt die erste dieser Gasarten für eine Verbindung von Koh-

lenstoff mit Sauerstoff, und die beiden letztern als Verbindungen von Kohlenstoff mit Wasserstoff an, und zwar enthält nach ihnen von dem letzteren Stoffe das öhlerzeugende Gas verhältnißmäßig mehr als das Kohlen-Wasserstoffgas.

Verdienen die folgenden Versuche einiges Zutrauen, so bildet das Gas, welches den Gegenstand dieser Abhandlung ausmacht, eine *vierte* Art von brennbarem Gas aus Pflanzenkörpern, der man den Namen *oxygenirtes Kohlen-Wasserstoffgas* geben könnte. Berthollet hat mit diesem Namen das gasförmige Kohlenstoff-Oxyd bezeichnet, das *Gas aus Torf* hat aber darauf mehr Anspruch. Sollte ich in Irrthümer gerathen seyn, so wird die Schwierigkeit der Untersuchung mich entschuldigen.

1.

Das Gas, welches beim Destilliren von Torf übergeht, ist, so viel ich weiß, bisher bloß von Hrn. Henry in Manchester untersucht worden; sein Gas hatte aber wesentlich verschiedene Eigenschaften von dem meinigen, und scheint daher von einer andern Natur gewesen zu seyn. In der That habe ich mich durch Versuche überzeugt, daß verschiedene Arten Torf Gas verschiedener Art hergeben, bin aber nicht so glücklich gewesen, darunter ein Gas zu finden, das die Eigenschaften gehabt hätte, welche Herr Henry beschreibt; ohne Zweifel, weil der Torf, den er

gebraucht hat, sehr verschieden von allem Torfe war, den ich mir habe verschaffen können.

Mir hat zu allen meinen Versuchen der Torf gedient, den man in Edinburg gewöhnlich feil hat. Er ist sich in seinen Eigenschaften sehr gleich; weich, von brauner Farbe, von sehr schwammigem und losem Gewebe, und hat zum specifischen Gewichte 0,600. Erhält man ihn in einer Hitze von 300° Fahrenh., so verliert er $\frac{1}{4}$ an Gewicht. Zwischen 400 und 500° F. fängt er an zu rauchen und verkohlt, wobei sich der gewöhnliche Dunst des brennenden Torfs verbreitet. Wird er in verschlossenen Gefäßen bis zum Rothglühen erhitzt, so läßt er eine sehr zerbrechliche Kohle zurück, deren Gewicht $\frac{1}{4}$ von dem des Torfes beträgt. Verbrennt er unter freiem Zutritt der Luft, so bleibt eine gelblich-graue Asche übrig, die Eisen enthält, und $\frac{1}{100}$ des Gewichts des Torfs beträgt. Guter Torf ist dichter, zersetzt sich nicht so leicht, und nähert sich mehr der Kohle.

Um den Einfluß der Temperatur zu bestimmen, wurde der in kleine Stücke geschnittene Torf in irdenen unglazirten Retorten oder in Flaschen aus Gußeisen sehr verschiedenen Graden von Hitze ausgesetzt; bald wurde er lange in einer Temperatur unter 500° F. erhalten, und diese dann manchemahl, wenn kein Gas mehr überging, bis zum Glühen verstärkt; bald wurde die Retorte gleich Anfangs zum Rothglühen gebracht. Der

Erfolg war indess nicht ganz genügend; denn zu Zeiten gaben verschiedene Hitzegrade ganz dasselbe Gas; andere Mahle dagegen variierte das Gas, obgleich alle Umstände des Processes so genau als möglich dieselben waren; welches ich geneigt bin, Verschiedenheiten im Torfe zuzuschreiben.

Das Gas kam sehr bald, und war Anfangs mit viel kohlensaurem Gas vermischt; dieses verminderte sich, so wie der Process fortging, immer mehr, verschwand aber nur in einem einzigen Falle gänzlich. Der Torf gab viel weniger Gas, als man aus einem gleichen Volumen Holz oder Steinkohle erhält, welches sich aus seiner viel größern Leichtigkeit erklärt. Nie habe ich das Gas rein erhalten; denn außer kohlensaurem Gas enthielt es immer auch atmosphärische Luft, die nach Verschiedenheit des Processes $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ der ganzen Gasmenge ausmachte, und deren Menge stets am größten war, wenn ich mich der Flaschen aus Gufseisen bedient hatte, welche kleiner als die thönernen Retorten waren, und mir daher nicht erlaubten, so viel von der Luft, die zuerst kam, entweichen zu lassen. Diese Gegenwart atmosphärischer Luft läßt sich nicht wohl irgend einer andern Ursache zuschreiben, als dafs die Gefäße nicht luftdicht schlossen; denn die Röhren, welche das Gas aus den Gefäßen in die Wasserwanne leiteten, waren ganz. Was die thönernen Retorten betrifft, so ist es hinlänglich bekannt, dafs sie der Luft den Durchtritt erlauben.

Anfangs wusch ich das erhaltene Gas in einer grossen Menge Wasser; da ich aber fand, daß dieses nicht hinreichte, um alles kohlenfaure Gas abzuscheiden, so wusch ich nachmahls das Gas mit Kalkwasser. Die Menge der beigemischten atmosphärischen Luft bestimmte ich durch Salpetergas nach der Methode Dalton's *), nachdem ich mich zuvor selbst von der Genauigkeit dieser Methode durch wiederholte Versuche überzeugt hatte. Ich liess etwas von dem zu untersuchenden Gas in eine lange und enge, nach Hundertel eines Cubikzolls abgetheilte Glasröhre steigen, sah, wie viel es darin einnahm, setzte danach einen bestimmten Antheil Salpetergas zu, der in einer ähnlichen Glasröhre abgemessen worden war, und bemerkte die Raumverminderung; sie erfolgt jedes Mahl, wenn das zu untersuchende Gas atmosphärische Luft enthält. Diese Raumverminderung mit 0,36842 multiplicirt, giebt an, wie viel Hundertel Cubikzoll Sauerstoffgas in dem brennbaren Gas vorhanden waren **), und nimmt man diese Menge 5 Mahl, so hat man sehr nahe das Volumen der beigemengten atmosphärischen Luft.

Auf diese Art habe ich gefunden, daß das brennbare Gas, welches bei der ersten Destillation

*) Siehe diese *Annalen*, 1807. St. 12. oder B. 27. S. 375.

Gilbert.

**) Es sind nämlich $\frac{37}{100} = 0,36841$, und nach Dalton's Bestimmung verbinden sich unter diesen Umständen stets 21 Maafs Sauerstoffgas mit 36 Maafs Salpetergas. S. am angef. Orte, S. 378.

Gilbert.

des Torfs übergeht, und mit dem ich die mehresten Versuche gemacht habe, in 100 Theilen 12 Theile atmosphärische Luft enthielt.

2.

Die Eigenschaften dieses Gas sind folgende:

1) Es hat einen eigenen brenzlichen Geruch, dem ähnlich, der sich beim Destilliren von Steinkohlen und überhaupt von Pflanzenkörpern verbreitet. Dieser Geruch wird dem Gas durch Schütteln mit Wasser oder mit Kalkwasser nicht benommen, wohl aber durch Waschen mit tropfbarer oxygenirter Salzsäure. Man schreibt ihn gewöhnlich einer geringen Menge brenzlichen Oehls zu, welches das Gas aufgelöst enthalten soll; dieses ist indess noch durch keine directen Versuche bewährt worden.

2) Wenn es über Wasser steht, wird das Volumen desselben nicht merklich vermindert. Auch oxygenirt-salzsäures Gas bewirkt darin keine Raumverminderung; ein Zeichen, daß es keine wahrzunehmende Menge öhlerzeugendes Gas enthält.

3) Es wirkt äußerst tödtlich, wenn man es in die Lungen einzieht. Vor einigen Jahren wollte ich einen großen Luftbehälter, der mit Gas von destillirtem Holze angefüllt war (welches wahrscheinlich dem aus Torf ähnlich ist), schnell leeren, und hatte die Unvorsichtigkeit, durch Saugen zu Hülfe kommen zu wollen. Nach un-

gefähr zwei Einfaugungen fiel ich ohne Bewußtseyn nieder; mein Bedienter hielt mich für todt, lief voll Schrecken fort, um Hülfe herbei zu holen, und als er wieder kam, war ich noch nicht zum Bewußtseyn zurück gekommen. Ich erinnerte mich nachmahls sehr bestimmt, daß ich bei dem Einfaugen der Luft aus der Röhre nicht die geringste unangenehme Empfindung verspürt hatte; diese trat aber ein, als ich wieder zu mir zu kommen anfang, und dauerte schwächer den übrigen Theil des Tages hindurch fort.

4) Das specifische Gewicht dieses Gas ist 0,8358, das der atmosphärischen Luft 1 gesetzt. Nachdem es einen Monath lang über einem offenen Trog mit Wasser gestanden hatte, war das specifische Gewicht 0,8354, also nur um ein Zwölftausendtel kleiner, und selbst dieser Unterschied ist vielleicht nur auf Rechnung der unvermeidlichen Fehler der Versuche zu setzen, obgleich ich diese mit möglichster Sorgfalt angestellt habe. — Da das Gas nicht rein war, sondern, wie wir vorhin gesehen haben, 12 Procent atmosphärische Luft enthielt, es jetzt aber vollkommen bewiesen ist, daß, wenn zwei Gasarten vermischet werden, welche sich, wie diese, nicht innig verbinden können, ihr Raum sich nicht merkbar vermindert; so läßt sich aus diesen Datis das specifische Gewicht des ganz reinen brennbaren Gas aus Torf durch Rechnung finden. Ist nämlich das Volumen der beigemengten atmosphärischen Luft A und das des reinen

brennbaren Gas B , das specifische Gewicht des erstern a , des zweiten x , und des gemischten Gas c , so ist $Ac + Bc = Aa + Bx$, folglich $x = \frac{Ac + Bc - Aa}{B}$. In gegenwärtigem Falle ist $A = 12$, $B = 88$, $a = 1$, $c = 0,8354$, also $x = 0,8128$. Das Gewicht von 100 Cubikzoll des ganz reinen brennbaren Gas beträgt diesem zufolge, bei 60° F. Wärme und bei dem mittlern Barometerstande, 25,18 engl. Gran.

5) Läßt man dieses Gas aus einer engen Oeffnung in die freie Luft strömen, und bringt ein brennendes Wachlicht damit in Berührung, so fängt es Feuer und brennt mit einer schönen bläulich rothen Flamme. Wird es mit atmosphärischer Luft nach irgend einem Verhältnisse, bei welchem es noch brennt, vermischt, und in einem verschlossenen Gefäße durch einen elektrischen Funken entzündet, so ist die Farbe der Flamme immer ein blasses Blau. Mit Sauerstoffgas in geringer Menge vermischt, brennt es mit röthlich blauer Flamme; mit gleichen Theilen Sauerstoffgas vermennt dagegen mit einer schönen weissen Flamme. Nach dem Verbrennen läßt sich jedes Mal kohlensaures Gas in dem Detonationsgefäße entdecken, und immer vermindert sich dabei das Volumen der Gasmischung.

6) Um uns von den Veränderungen, welche in diesem Gas vorgehen, wenn es in atmosphärischer Luft oder in Sauerstoffgas verbrennt, genaue

Begriffe zu verschaffen, sind bei den geringen Mengen des Gas, mit denen sich operiren läßt, eine große Zahl von Versuchen unentbehrlich, um aus ihnen das Mittel zu nehmen. Ich befolgte bei diesen Versuchen den folgenden Plan: Ehe ich eine Reihe von Versuchen anfang, untersuchte ich das brennbare Gas, welches mir dazu dienen sollte, auf die eben angegebene Art so genau als möglich, wobei angenommen wurde, die atmosphärische Luft bestehe aus 0,21 Sauerstoffgas und 0,79 Stickgas. Darauf untersuchte ich das zum Detoniren bestimmte *Sauerstoffgas*, indem ich zu 20 Maafs 36 Maafs Salpetergas in eine enge eingetheilte Röhre steigen ließ, die Absorption beobachtete, und davon 0,36842 nahm, welches den wahren Gehalt an Sauerstoffgas in 20 Maafs des angewendeten Gas anzeigte. Ein jedes solches Maafs betrug 0,01 Cubikzoll. Das Sauerstoffgas habe ich theils aus schwarzem Manganesoxyd, theils aus oxygenirt-salzsaurem Kali entbunden, und es mit Fleiß von sehr verschiedenen Graden der Reinheit genommen, um, wo möglich, die Einwirkung des Stickgas bei dem Verbrennen zu erforschen. Von dem verbrennlichen Gas nahm ich zum Detoniren immer 30 Maafs oder 0,3 Cubikzoll. Dieses Gas und das Sauerstoffgas wurden jedes einzeln in engen Röhren gemessen, und dann eins nach dem andern in eine cylindrische Glasröhre übergefüllt, die mit dem nöthigen Apparate, um einen elektrischen Funken durch das

Gasgemisch hindurch zu leiten, versehen; und entweder voll Wasser oder voll Quecksilber war, je nachdem ich die Detonation über jenes oder über dieses veranstalten wollte. Unmittelbar nach der Detonation wurde der Gasrückstand in eine lange enge Röhre übergeleitet, darin das Volumen desselben gemessen, und dann das Gas mit Kalkwasser geschüttelt; die Absorption, welche es dabei erlitt, gab die Menge des beim Detoniren entstandenen kohlenfauren Gas an. In einigen Fällen setzte ich diesem von kohlenfaurem Gas befreiten Gasrückstande eine neue Portion Sauerstoffgas zu, detonirte noch einmahl, maass die Absorption, und bestimmte, wie viel von dem neuen Rückstande von Kalkwasser verschluckt wurde; bei den mehresten Versuchen unterliess ich dieses aber, weil es bei ihnen überflüssig war. Den Gehalt des Gasrückstandes an Sauerstoffgas bestimmte ich auf die vorhin beschriebene Weise durch Salpetergas, in einer engen langen Röhre, und zog ihn und die aus den ersten Versuchen bekannte Menge Stickgas ab; blieb dann noch etwas übrig, so nahm ich es für nicht verzehrtes brennbares Gas. Bei einigen Versuchen schien mir dieses Verfahren nicht genau genug zu seyn, und ich wusch daher den durch Salpetergas seines Sauerstoffgas beraubten Gasrückstand mit einer gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Eisen so lange, bis alles Salpetergas verschluckt war, zog von dem Gas, was zurück blieb, die Menge Stick-

gas ab, welche das Salpetergas enthalten hatte, und verglich nun den Ueberrest mit dem Volumen Stickgas, welches gleich zu Anfang dem brennbaren Gas beigemischt gewesen war. Betrug er mehr, so nahm ich den Unterschied für nicht verzehrtes brennbares Gas. In Absicht dieses nicht verzehrten Rückstandes an brennbarem Gas bleibt freilich einige Ungewissheit; denn die Gegenwart desselben läßt sich nicht unmittelbar nachweisen, da es mit Sauerstoffgas nur dann verbrennt, wenn es in beträchtlicher Menge da ist; dieser Ungewissheit ungeachtet läßt sich doch zu hinlänglich genügenden Resultaten gelangen, wenn man die Menge und die Reinheit des Sauerstoffgas, womit man das brennbare Gas detonirt, auf vielerlei Weise abändert.

7) Wenn man das Gas aus Torf nur mit einem gleichen Volumen *atmosphärischer Luft* vermischt, so läßt es sich nicht entzünden; wohl aber, wenn man es mit dem Doppelten bis Fünffachen seines Volumens an atmosphärischer Luft versetzt. Das Verbrennen geschieht am vollständigsten, wenn zu 1 Maafs brennbarem Gas 3 Maafs atmosphärische Luft hinzugesetzt werden. Mit 5 Maafs ist die Flamme sehr schwach, doch verbrennt noch der grösste Theil des Gas. — Das brennbare Gas aus Torf, mit dem ich die folgenden Versuche angestellt habe, enthielt 12 Procent atmosphärische Luft, und wurde über Wasser mit zugesetzter atmosphärischer Luft detonirt.

	I.	2.	3.	4.
Detonirt wurden mit	Maafs.	M.	M.	M.
ein- { unreines brennb. Gas	30	21	30	12
ander { atmosphärische Luft	30	42	96	60
welche nach den vorläuf. Versuchen				
ent- { reines brennbares Gas	26,4	18,5	26,4	10,6
hiel- { Sauerstoffgas	6,8	9,32	19,4	12,8
ten { Stickgas	26,8	35,18	74,2	48,60
Es blieb				
Gasrückstand		54	92,5	61
welcher enth. kohlenf. Gas		3	8,5	2
Zu den übrigen		51	84	59
wurde Salpetergas gesetzt		12		17
u. d. Volumen beider blieb		60		55
also enthielten sie				
Sauerstoffgas		1,10	6	7,72
Stickgas		35,18	74,2	3,8
unverzehrt. brennb. Gas		14,72	3,8	2,68

Berechnen wir hieraus die Resultate auf die Art, wie es unter 6. angegeben ist, so erhalten wir folgende:

Es verzehrten sich	2.	3.	4.	im Mittel
mit einander	M.	M.	M.	Maafs
reines brennbares Gas	3,78	22,6	7,92	11,43 100
reines Sauerstoffgas	8,22	13,4	5,08	8,9 77,86
Dabei betrug die ganze Raumver-				
minder. nach Abscheidung				
des kohlenfauren Gas	12	36	13	20,33 177,86
Erzeugtes kohlenfaures Gas	3	8,5	2	4,5 39,37

Diese Versuche stimmen, wie man sieht, keinesweges mit einander überein; im zweiten wurde noch einmahl so viel, in den beiden andern aber beträchtlich weniger Sauerstoffgas als brennbares Gas verzehrt. Diese Anomalieen, welche auf den ersten Anblick unerklärbar zu seyn scheinen, erhalten zwar durch die folgenden Versuche einige Aufklärung, machen aber, dafs sich

diese zerlegenden Versuche mit atmosphärischer Luft zur Bestimmung der Bestandtheile des brennbaren Gas aus Torf nicht brauchen lassen.

8) Setzt man dem brennbaren Gas statt atmosphärischer Luft *Sauerstoffgas* zu, so ist das Verbrennen viel heftiger und die Detonation lauter. Ist des Sauerstoffgas verhältnismässig nur sehr wenig, so kann man in dem Rückstande kaum etwas Sauerstoffgas entdecken, und da dann nur eine entsprechende äußerst geringe Menge brennbares Gas verzehrt wird, so lässt sich durch Zufetzung von neuem Sauerstoffgas eine zweite eben so laute Detonation als die erste bewirken. Dieses zweimahlige Detoniren fand so lange Statt, als das zuerst zugesetzte Sauerstoffgas nicht über $\frac{2}{3}$ des Volumens des brennbaren Gas betrug; war dieses aber der Fall, so liess sich der Rückstand nicht mehr entzünden, welchen Antheil von Sauerstoffgas man auch zusetzte.

3.

Ich wende mich nun zu den zerlegenden *Versuchen* dieser Art, welche ich mit dem brennbaren Gas aus Torf angestellt habe, und die ich hier im Detail mittheilen will.

Erste Reihe von Versuchen. Ich habe mich bei ihnen desselben brennbaren Gas, mit 12 Procent beigemischter atmosphärischer Luft, bedient, das mir zu den unter 7. beschriebenen Versuchen gedient hatte, und zweier Arten eines sehr *unreinen Sauerstoffgas* aus schwarzem Manganesoxyd,

von denen die erste in 100 Maafs, 57,9 Maafs Sauerstoffgas und 42,1 Maafs Stickgas, die zweite 47,89 Maafs Sauerstoffgas und 52,11 Maafs Stickgas ent-

		a					
		1.	2.	3.	4.	5.	6.
		M.	M.	M.	M.	M.	M.
<i>Erste Detonation:</i>							
unreines brennbares Gas		30	30	30	30	30	30
unreines Sauerstoffgas		8	12	16	20	24	28
welche nach den vorläufigen Versuchen							
enthielt	reines brennbares Gas		26,4	26,4	26,4	26,4	26,4
	Sauerstoffgas		7,71	10,03	12,33	14,67	16,99
	Stickgas		7,89	9,57	11,25	12,93	14,61
	Es blieb Gasrückstand		35	33	37,5	41,25	45
n. nach d. Waschen mit Kalkwasser			32	28	32	36	40
Also erzeugtes kohlenfaures Gas			3	5	5,5	6,5	7,5
<i>Zweite Detonation:</i>							
zugefetztes unrein. Sauerstoffgas			12	16	20	24	28
besteh. aus	reinem Sauerstoffgas		6,96	9,28	11,60	13,92	16,24
	Stickgas		5,04	6,72	8,40	10,08	11,76
Es blieb Gasrückstand			32	34	36	38	40
n. nach d. Waschen m. Kalkwass. (α)			26	28,5	27	30	32
Also erzeugtes kohlenfaures Gas			6	5,5	9	8	8
Es wurde Salpetergas zugefetzt			20	21	31	36	41
und blieb Rückstand			43	38	46	51	56
Also enthielt (α)							
Sauerstoffgas			1,10	4,23	4,41	10,3	10,3
Stickgas			12,93	16,29	19,65	23,01	26,4
unverzehrt brennbares Gas			11,97	7,98	2,93	3,6	1,2

In der ersten Klasse dieser Versuche (dem zweiten bis sechsten), bei welchen gleich Anfangs so wenig Sauerstoffgas zugefetzt worden war, dass sie zwei Detonationen zuließen, verbrannte niemahls alles brennbare Gas; des Rückstandes war aber immer weniger, je mehr Sauerstoffgas zugefetzt wurde, und bei dem sechsten

hielt. Die mit der erstern angestellten Versuche bezeich-
ne ich mit *a*, die mit der zweiten angestellten mit *b*.
Die Detonationen geschahen über Wasser.

<i>b</i>									
5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
30	30	30	30	20	20	20	20	20	20
28	32	36	40	60	80	80	80	80	100
26,4	26,4	26,4	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
16,99	19,31	21,63	19,70	29,30	38,90	38,90	38,90	38,90	48,39
14,61	16,29	17,97	22,70	33,10	43,50	43,50	43,50	43,50	54,01
36	39	41	38	57	78	77	77	77	97
26,5	27	31	28	43,5	61	62	64	83	
9,5	12	10	10	13,5	17	15	13	14	
28	32								
16,24									
11,76									
46	59								
38	59								
8									
36	44	26	27	31	48	56	49	62	
46	47	43	34	46	46	65	58	64	
10,31	2,10	5,16	4,05	10,50	23,21	19,52	20,26	30,94	
26,47	16,29	17,97	22,70	-0,10	-3,7	-1,07	43,5	-1,95	
1,22	8,61	7,87	1,25	0	0	0	0,24	0	

fand kein Entzünden mehr Statt.

in Versuche betrug er nur $\frac{1}{2}$ der ganzen detonirten
menge des brennbaren Gas. Nach dem ersten Deto-
ren konnte ich in dem Gasrückstande gar kein Sauer-
stoffgas entdecken, außer wenn desselben so viel ge-
wesen war, daß der Versuch hart an der Gränze derer
and, die nur eine Detonation zuließen. Ziehen wir
Annal. d. Physik. B. 34. St. 4. J. 1810. St. 4. Gg

daher die Menge des im letzten Rückstande vorhandenen brennbaren Gas und Sauerstoffgas von den zum Detoniren gebrauchten Mengen dieser Gasarten ab, so erhalten wir die Mengen, welche sich mit einander verzehrt haben.

Verf.	Erste Detonation:			Zweite Detonation:		
	es verzehrt. sich		entst.	es verzehrt. sich		entst.
	reines	Sauer-	koh-	reines	Sauer-	koh-
	brenn-	stoff-	lenf.	brenn-	stoff-	lenf.
	bar. G.	gas.	Gas.	bar. G.	gas.	Gas.
	Maafs.	Maafs.	Maafs.	Maafs.	Maafs.	Maafs.
2	2,29	7,71	3	12,14	5,86	6
3	7,97	10,03	5	10,45	5,05	5,5
4	5,65	12,35	5,5	7,82	7,18	9
5	9,33	14,67	7	14,71	7,29	10
6	14,51	16,99	9,5	10,67	5,93	8
Mittel	7,95	12,35	6	11,16	6,26	7,7

Im Mittel aus diesen 5 Versuchen verzehrten also beim ersten Detoniren 100 Maafs brennbares Gas, 155,35 M. Sauerstoffgas, und gaben 75,48 M. kohlenfaures Gas; beim zweiten Detoniren dagegen verzehrten 100 M. brennbares Gas, 55,19 M. Sauerstoffgas, und gaben 69 M. kohlenfaures Gas. Verhältnissmäsig wurde also beim ersten Detoniren sehr viel mehr Sauerstoffgas als beim zweiten verzehrt; auch war diese Detonation viel lauter, und die Flamme dabei weiss, indess beim zweiten Detoniren jedes Mahl eine blaue Flamme erschien. Dagegen war die Raumverminderung bei der zweiten Detonation immer grösser als bei der er-

ften. Wenn verhältnißmäßig die kleinste Menge Sauerstoffgas zugesetzt war, wurde in der ersten Detonation verhältnißmäßig am meisten Sauerstoffgas verschluckt; in der zweiten Detonation dagegen wuchs das Verhältniß des verzehrten Sauerstoffgas mit der zugesetzten Dosis.

Diese Umstände machen es mir sehr wahrscheinlich, daß beim ersten Detoniren nur ein Theil des brennbaren Gas verbrannte, ein anderer Theil sich dagegen mit Sauerstoffgas, ohne zu verbrennen, verband, und damit gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd oder irgend ein noch unbekanntes brennbares Gas bildete; und zwar scheint die Menge dieses sich bildenden Gas abzunehmen, wenn mehr Sauerstoffgas zugesetzt wird, weil in diesem Falle mehr brennbares Gas völlig verbrennt. Ohne Zweifel rührten die großen Anomalieen bei den Detonationen mit atmosphärischer Luft von diesem neuen Gas her, das sich dabei nach variablen Verhältnissen bildete, je nachdem eine verschiedene Menge von atmosphärischer Luft zugesetzt worden war. Auch sieht man hieraus, daß diese erste Klasse von Versuchen mit Sauerstoffgas nicht brauchbar ist, den wahren Gehalt des brennbaren Gas an Sauerstoff zu berechnen; denn nach dem zweiten Detoniren blieb immer noch brennbares Gas übrig, welches wahrscheinlich größtentheils aus jenem neu gebildeten Gas bestand, und einen Theil des Sauerstoffs in sich enthielt.

Auch aus der Menge des *kohlensauren-Gas*, das sich nach beiden Detonationen fand, läßt sich gar kein Schluss ziehen; denn die Detonationen waren über Wasser gemacht worden, und das Wasser verschluckt jedes Mahl einen Theil deffelben, der variabel ist, obgleich er sich einigermaßen nach der Heftigkeit der Detonation und der Gröfse der bewirkten Raumverminderung richtet, und mit beiden zunimmt. Die wahre Menge des entstehenden kohlensauren Gas läßt sich lediglich durch Detonationen über Quecksilber finden.

Aus der *zweiten Klasse* der obigen Versuche (den acht letzten), bei welchen so viel Sauerstoffgas zugesetzt worden war, daß eine einzige Detonation die ganze Menge des brennbaren Gas, mehr oder weniger vollständig, verzehrte, ergaben sich folgende Resultate:

Versuch	Es verzehrten sich im Detoniren mit einander		Da- durch ent- stand kohlenfaur. Gas.	Raumvermin- derung nach Abcheidung des kohlenf. Gas.
	reines brennbares Gas.	Sauer- stoff- gas.		
	Maafs.	Maafs.	Maafs.	Maafs.
7	17.79	17.21	12	35
8	18.53	16.47	10	35
9	16.35	15.65	10	32
10	17.60	18.80	13.5	36.5
11	17.60	15.69	17	39
12	17.60	19.38	15	38
13	17.36	18.64	13	36
14	17.60	17.45	14	37
im Mittel }	17.55	17.41	13.08	36
	oder	oder	oder	
	100	99.20	74.53	205

Bei diesen Versuchen blieb von dem brennbaren Gas nur sehr wenig in dem Rückstande, wenn die Menge des Sauerstoffgas etwas überwiegend war, und selbst gar nichts, wenn Sauerstoffgas dem brennbaren Gas nach dem Verhältnisse von 5 : 3 oder in noch höhern Verhältnissen zugesetzt worden war. Dafs in vier dieser Versuche eine grössere Raumverminderung erfolgte, als sich aus der Menge des Sauerstoffgas und des brennbaren Gas, die sich mit einander verzehrt hatten, erklären läfst, schrieb ich zuerst Irrthümern im Versuche zu. Als ich aber jeden derselben drei- bis viermahl mit aller möglichen Vorsicht wiederholte, blieb derselbe Ausfall. Ich bin daher geneigt, ihn daraus zu erklären, dafs etwas von dem Stickstoffe, der in kleiner Menge gegenwärtig war, sich, beim Detoniren, mit dem Sauerstoffgas zu Salpetersäure verband; denn es ist bekannt, dafs dieses geschieht, wenn Wasserstoffgas, welches Stickgas enthält, mit einem grossen Ueberschusse von Sauerstoffgas verbrannt wird. Die Menge ist so gering, dafs sie keinen wesentlichen Einfluss auf die Resultate hat, höchstens den eilften Versuch ausgenommen, der aber mit den übrigen sehr gut übereinstimmt.

Nach dem Mittel aus diesen 8 Versuchen verzehren 100 Maafs des reinen brennbaren Gas sehr nahe 100 Maafs Sauerstoffgas; ein Verhältnifs, das von der Wahrheit nicht weit abweichen kann.

Dadurch entstanden 74,5 Maafs kohlenfaures Gas, welches aber zu wenig ist, da alle Detonationen über Wasser gemacht worden waren. Als ich einige derselben über Quecksilber wiederholte, fand sich, dafs 80,5 Maafs kohlenfaures Gas entstanden. Diese Versuche gaben daher folgendes Resultat:

100 Maafs des reinen brennbaren Gas verzehren 100 Maafs Sauerstoffgas; dabei vermindert sich ihr Raum um 120 Maafs, und bilden sich 80 Maafs kohlenfaures Gas.

Zweite Reihe von Versuchen. Um der Ungewissheit auszuweichen, die von der Anwesenheit des Stickgas herrührte, entband ich aus überoxygenirt-salzsaurem Kali ein reineres Sauerstoffgas, welches in 100 Theilen 95,5 Theile Sauerstoffgas und 4,5 Theile Stickgas enthielt. Und da auch mein Vorrath an *brennbarem Gas* erschöpft war, bereitete ich einen neuen durch Destillation von Torf. Er enthielt in 100 Maafs 23 Maafs atmosphärischer Luft, also nur 77 Maafs reines brennbares Gas, und hatte das specifische Gewicht 0,8516, welches für dieses reine brennbare Gas ein etwas geringeres specifisches Gewicht als für das vorige, nämlich von 0,8072 giebt. Es wiegen 100 Cubikzoll bei 60° F. Wärme 25,02 engl. Gran.

Es wurden		I.	2.	3.	4.	5.
mit einander detonirt		Maafs.	M.	M.	M.	M.
unrein. brennb. Gas		20	; 20	; 20	; 20	; 20
— Sauerstoffgas		20	; 30	; 40	; 50	; 60
ent- hal- tend	rein. brennb. Gas	15,4	; 15,4	; 15,4	; 15,4	; 15,4
	— Sauerstoffgas	20	; 29,57	; 39,12	; 47,67	; 58,22
	Stickgas	4,58	; 5,03	; 5,48	; 5,93	; 6,38
Es blieb Gasrückstand		24	; 37	; 46,5	; 55	; 65
darin an kohlenf. Gas		4	; 7	; 8,5	; 8	; 7
Als den übrigen		20	; 30	; 38	; 47	; 58
Salpetergas zugef. wurde		36	; 41	; 54	; 74	; 104
blieb Rückstand		27,5	; 18	; 22	; 23	; 32
also enthielten sie						
Sauerstoffgas		10,5	; 19,5	; 25,8	; 36,1	; 47,9
Stickgas		4,58	; 5,03	; 5,48	; 5,93	; 6,38
brennbares Gas		3,92	; 5,47	; 6,72	; 4,97	; 3,72

Es ist merkwürdig, daß in keinem dieser Versuche die ganze Menge des brennbaren Gas verzehrt wurde, obgleich in jedem derselben weit mehr als die dazu nöthige Menge von Sauerstoffgas gegenwärtig war. Auch ist in ihnen die Gröfse des Rückstandes nicht so verschieden, als bei den vorigen Versuchen. Sie geben folgende Resultate:

Versuch	Es verzehrten sich im Detoniren mit einander reines		Dadurch entstand	
	brennb. G.	Sauerst. G.	kohlen- saures Gas.	Raumvermin- drung incl. des kohlenf. Gas.
	Maafs.	Maafs.	Maafs.	Maafs.
1	11,48	9,50	4	20
2	9,93	10,07	7	20
3	8,68	13,32	8,5	22
4	10,43	11,57	8	23
5	11,68	10,32	7	22
im	10,44	10,96	6,9	21,4
Mittel	100	104,98	66,1	204,98

In diesen Versuchen wurde also verhältnißmäßig mehr Sauerstoffgas verzehrt als in den vorigen. Die wahre Menge des entstandenen kohlenfauren Gas fand sich, als ich diese über Wasser angestellten Versuche über Quecksilber wiederholte, im Mittel zu 8,5 statt zu 6,9 Maafs, also auf 100 Maafs des brennbaren Gas zu 81,4 Maafs.

Nehmen wir aus beiden Mitteln der beiden Reihen von Versuchen das Mittel, so haben wir folgendes Resultat: *Es verzehren 100 Maafs reines brennbares Gas aus Torf, im Detoniren, 102 M. Sauerstoffgas, und bilden dabei 81 Maafs kohlenfaures Gas.* Und dieses Resultat kommt der Wahrheit, glaube ich, so nahe, als bei der jetzigen Art zu versuchen nur immer möglich ist.

4.

Nachdem wir die Eigenschaften des brennbaren Gas aus Torf ausgemittelt haben, läßt sich nun die Meinung des Herrn Henry prüfen, daß dieses Gas eine Mischung aus mehrern andern schon bekannten brennbaren Gasarten sey.

Oehlerzeugendes Gas kann unser Gas nicht enthalten; denn es erleidet keine wahrnehmbare Raumverminderung, wenn es mit oxygenirt-salzsaurem Gas versetzt wird. Hier kann also bloß von den drei andern brennbaren Gasarten, die sich aus Pflanzenkörpern entwickeln könnten, nämlich vom *Kohlen-Wasserstoffgas*, vom *gasförmigen Kohlenstoff-Oxyde* und von dem *Wasser-*

stoffgas die Rede seyn. Nun ist das specifische Gewicht

des gasförmigen Kohlenstoff-Oxyd	0,9560
des Kohlen-Wasserstoffgas	0,6000
des Wasserstoffgas	0,0843
und des Gas aus Torf	0,8128.

Wenn aber eine Gasart vom spec. Gewichte *a* mit einer andern von dem geringern specif. Gewichte *b* nach dem Verhältnisse von $x : y$ Maafs gemischt ist, und die Mischung hat zum specifischen Gewichte *c*, so muß, nach einer wohl bekannten Eigenschaft der Flüssigkeiten, sich verhalten $x : y = c - b : a - c$ *). Hieraus folgt, daß wenn wir annähmen, das Gas aus Torf sey eine Mischung aus gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd *entweder* mit Kohlen-Wasserstoffgas, *oder* mit Wasserstoffgas, nothwendig die beiden Gasarten in dem Gas aus Torf nach dem Verhältnisse vorhanden seyn müßten: im ersten Falle von 59,78 : 40,20, im zweiten Falle von 83,57 : 16,43 Maafs, und daß also das brennbare Gas aus Torf bestehen müßte in 100 Maafsen

im ersten Falle aus	im zweiten Falle aus
60 M. gasförm. Kohlenst. Oxyd	83,5 M. gasf. Kohlenst. Oxyd u.
u. 40 M. Kohl. - Wasserstoffgas.	16,5 M. Wasserstoffgas.

Nun aber verzehren beim Detoniren

1) von gasf. Kohlenst. - Oxyd	60 M.	83,5 M.
an Sauerstoffgas	27 —	37,5 —
bilden damit kohlenf. Gas	54 —	75,1 —
u. geb. eine Raumverm. von	33 —	45,9 —

*) Es ist dann nämlich, unter der S. 400. Anm. angedeuteten Voraussetzung, $ax + by = (x + y) c$. Gilbert

Dagegen		und 3) von
2) v. Kohlen - Wasserstoffgas	40 M.	Wasserst. Gas 16,5 M.
an Sauerstoffgas	80 —	8,5 —
bilden damit kohlenf. Gas	40 —	0 —
v. geb. eine Raumverm. von	80 —	25 —
Von beiden Gasarten, welche zusammen ein Volumen von 100 Maafs ausmachten, würde also beim Detoniren		
an Sauerst. G. verz. werden	107 —	46 —
an kohlenf. Gas. entstehen	94 —	75,1 —
u. die Raumverm. betragen	113 —	10,9 —

Vergleicht man hiermit das obige Resultat, wonach 100 Maafs Gas aus Torf beim Detoniren 102 Maafs Sauerstoffgas verzehren, und damit 81 Maafs kohlenfaures Gas bilden; so zeigt sich, daß beide Voraussetzungen unzulässig sind, und daß das brennbare Gas aus Torf weder eine Mischung von gasförmigem Kohlenstoff - Oxyd mit Kohlen - Wasserstoffgas noch mit Wasserstoffgas seyn kann. Für die erstere Meinung war ich anfangs nicht wenig eingenommen, da die Verschiedenheit in den Resultaten mir so klein zu seyn schien, daß sie von Irrthümern in den Versuchen herrühren könne. Ich wiederholte daher diese Versuche Tag vor Tag, um sie wo möglich mit jener Hypothese in Uebereinstimmung zu bringen; da sie aber immer dieselben Resultate gaben, so sah ich mich gezwungen, die Hypothese aufzugeben.

Daß das Gas aus Torf eben so wenig eine Mischung aus den hier genannten drei brennbaren Gasarten seyn kann, erhellt daraus, daß den specifischen Gewichten zu Folge das Verhältniß einer solchen Mischung zu 100 Maafs nothwendig innerhalb folgender Gränzen fallen mußte: gasförmiges

Kohlenstoff - Oxyd zwischen 60 und 83 Maafs, Kohlen - Wasserstoffgas weniger als 40 Maafs, Wasserstoffgas weniger als 10 Maafs. Diese Gränzen lassen unzählig viel verschiedene Mischungen zu; bei keiner einzigen derselben nähern sich aber die Resultate der Detonation mit Sauerstoffgas denen, welche das brennbare Gas aus Torf wirklich giebt, so sehr; als unter der Annahme, daß es bloß aus gasförmigem Kohlenstoff - Oxyde und Kohlen - Wasserstoffgas gemengt sey. Auch würde es gegen alle Analogie seyn, anzunehmen, daß reines Wasserstoffgas aus Pflanzenkörpern durch Hitze entwickelt werden könne.

5.

Welche *Bestandtheile* enthält aber das brennbare Gas aus Torf?

Um hierauf zu antworten, muß ich von einer Hypothese ausgehn, die zwar noch nicht in aller Strenge bewiesen ist, aber doch so viel Wahrscheinlichkeit hat, daß die Chemiker sie zugeben werden; nämlich: daß wenn eine Mischung aus diesem brennbaren Gas und aus Sauerstoffgas entzündet wird, alles, was bei dem Verbrennen von beiden verschwindet, in Wasser und in kohlensaures Gas verwandelt wird. Das Volumen des erzeugten kohlensauren Gas giebt der Versuch. Es ist gerade so groß, als das Volumen Sauerstoffgas, welches in kohlensaures Gas verwandelt worden; und zieht man es also von dem ganzen Volumen des verzehrten

Sauerstoffgas ab, so findet sich, wie viel Sauerstoffgas beim Verbrennen verzehrt worden ist, ohne kohlenfaures Gas zu bilden; und dieses hat nach unserer Voraussetzung sich mit dem Wasserstoffe des brennbaren Gas zu Wasser verbunden, wozu es gerade das Doppelte seines Volums an Wasserstoffgas bedarf. Berechnet man nun hieraus das Gewicht des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs, welche das brennbare Gas hergegeben hat, und es findet sich kleiner als das Gewicht der ganzen verzehrten Menge des brennbaren Gas, so muß dieses Gas außer dem Kohlenstoff und dem Wasserstoff noch andere Bestandtheile enthalten haben. Und da ist denn die Hypothese die natürlichste, daß dieser Gewichts-Unterschied von einem in dem Gas gegenwärtigen Antheile Sauerstoff und Wasserstoff, welche sich beim Verbrennen zu Wasser verbunden haben, herrühre. Die nach dieser Hypothese berechneten Mengen von Sauerstoff und Wasserstoff, den zuvor gefundenen Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff zugesetzt, geben die Bestandtheile des brennbaren Gas vollständig.

Man überfieht aus dieser Auseinanderfetzung der Zerlegungsmethoden des brennbaren Gas, daß dabei freilich einige Ungewifsheit bleibt; aber der jetzige Zustand unserer chemischen Kenntnisse läßt keine größere Präcision zu.

Das kohlenfaure Gas, nehme ich an, bestehe zu 0,28 seines Gewichts aus Kohlenstoff; denn die Versuche Lavoisier's und Tennant's schei-

nen mir weit genauer, als die von Guyton zu seyn, denen auch die neuern Versuche Berthollet's widersprechen.

Da in meinen beiden Versuchsreihen das Gas nicht einerlei specifisches Gewicht hatte, so ist das Mittel aus beiden hier nicht brauchbar. Ich lege daher bei der Berechnung das Resultat der zweiten Versuchsreihe zum Grunde. Nach diesem verzehrten 100 Maafs Gas aus Torf, welche 25,02 engl. Grains wogen, 105 Maafs Sauerstoffgas, und bildeten damit 81,4 Maafs kohlensaures Gas, worin 10,6 Grains Kohlenstoff enthalten sind. Folglich dienten $105 - 81,4 = 23,6$ Maafs Sauerstoffgas zur Bildung von Wasser, und dazu wurden 47,2 Maafs Wasserstoffgas verwendet, deren Gewicht 1,2 Grains beträgt. Zieht man nun von 25,02 Grains 10,6 + 1,2 Grains ab, so bleibt ein Ausfall von 13,22 Grains; und so viel, nehmen wir an, wog der in dem Gas enthaltene Sauerstoff und Wasserstoff, die sich beim Detoniren mit einander zu Wasser verbunden haben. Wasser besteht aber nahe zu $\frac{1}{7}$ seines Gewichts aus Wasserstoff, also diese Wassermenge aus 2,20 Wasserstoff und 11,02 Sauerstoff. Also sind Folgendes die Bestandtheile des brennbaren Gas aus Torf:

	in 25,02 Grains; in 100 Grains.	
Sauerstoff	11,02 —	44 —
Kohlenstoff	10,60 —	42,4 —
Wasserstoff	3,40 —	13,6 —
	<hr/>	<hr/>
	25,02	100

Da aber unser Gas drei Bestandtheile enthält, so

können wir demselben vorläufig den Namen *oxygenirtes Kohlen-Wasserstoffgas* geben, bis fernere Untersuchungen entscheiden werden, ob es eine Mengung oder eine chemische Verbindung ist.

6.

Ich habe bei meinen Versuchen mit Torf Portionen brennbares Gas erhalten, die im specifischen Gewichte und in andern Eigenschaften bedeutend von dem Gas abweichen, dessen Bestandtheile wir so eben bestimmt haben. Das auffallendste Beispiel gab eine langsame Destillation aus einer kleinen eisernen Flasche, bei der das Gas in zwei Portionen aufgefangen wurde.

	1. Portion	2. Port.
Es war enthalten { rein brennb. Gas	75 M.;	81,7 M.
in 100 Maafs Gas: { atmosphär. Luft	25 —;	18,3 —
Das specif. Ge- { des unrein. brennb. G.	0,7274 —;	0,6883 —
wicht war: { also des reinen br. G.	0,6365 —;	0,6082 —
folgl. wogen 100 Cub. Z. bei 60° F. Wärme	19,73 Gr.;	18,85 Gr.

Mit beiden Portionen stellte ich zerlegende Versuche an. Das Sauerstoffgas, dessen ich mich dabei bediente, enthielt in 100 Maafs 4,5 Maafs Stickgas.

Versuche mit der ersten Portion.

Es wurden detonirt	I. Maafs.	2. M.	3. M.
unrein. brennbares Gas	20 ;	20 ;	20
mit unr. Sauerstoffgas	20 ;	40 ;	60
ent- { reines brennbares Gas	15 ;	15 ;	15
hal- { Sauerstoffgas	20,1 ;	39,2 ;	58,3
tend { Stickgas	4,9 ;	5,8 ;	6,7
Es blieb Gas-Rückstand	23 ;	42 ;	61,5
Darunter war kohlenf. Gas	4 ;	5 ;	6,5

	I.	2.	3.
Zum Rückstande nach Abscheid. des kohlenf. Gas	M. 19 ;	M. 37 ;	M. 55
wurde gef. Salpetergas	46 ;	60 ;	118
beide vermindert, sich bis auf	41 ;	33 ;	63,5
also bestand { Sauerstoffgas	8,84 ;	23,57 ;	40,34
dieser Rück- { Stickgas	4,9 ;	5,8 ;	6,7
stand aus { brennb. Gas	5,26 ;	7,63 ;	7,96

Es ist merkwürdig, daß in keinem dieser Versuche alles Gas verzehrt wurde, und beweist, daß die Verbrennung am vollständigsten erfolgte, wenn eine bedeutende Menge Stickgas gegenwärtig war. Es wäre zwar möglich, daß der Rückstand unverbrennlich gewesen sey, ist aber nicht wahrscheinlich; durch Versuche läßt sich dieses nicht entscheiden.

Es verzehrten sich hier-	I.	2.	3.	Im Mittel-
nach im Detoniren	M.	M.	M.	Maafs.
mit ein- { brennb. Gas	9,74 ;	7,37 ;	7,04	8,04 ; 100
ander { Sauerstoffgas	11,26 ;	15,63 ;	17,96	14,95 ; 186
Die Raumverminderung,				
inclusive des kohlenf.				
Gas, betrug	21 ;	23 ;	25	23 ; 286
Erzeugtes kohlenf. Gas	4 ;	5 ;	6,5	5,17 ; 64,30

Hier nahm also mit der Menge des anwesenden Sauerstoffgas auch die Menge, welche im Detoniren verzehrt wurde, ab. Das Mittel ist von dem der vorigen Versuche sehr verschieden, in welchen von dem brennbaren Gas nur ein gleiches Volumen Sauerstoffgas verzehrt wurde. Beim Detoniren über Quecksilber zeigte sich, daß die Erzeugung des kohlenfauren Gas auf 70 Maafs stieg. Von 186 Cub. Zoll Sauerstoffgas, welche 100 Cub. Zoll brennbares Gas verzehren, wurden also 70 in

kohlenfaures Gas, und die andern 116 in Wasser verwandelt, wozu 232 Cub. Zoll Wasserstoffgas erforderlich waren. Nun sind in 70 Cub. Zoll kohlenfaurem Gas 9,11 engl. Gran Kohlenstoff, und in 232 Cub. Zoll Wasserstoffgas 6,03 Gran Wasserstoff enthalten. Beide abgezogen von 19,73 Gran, als dem Gewichte von 100 Cub. Zoll des brennbaren Gas, geben einen Ausfall von 4,59 Gran, welche Wasser seyn, und folglich aus 0,65 Gr. Wasserstoff und 3,94 Gr. Sauerstoff bestehen müssen. Also waren die Bestandtheile dieser ersten Portion des brennbaren Gas:

	in 19,73 Gran	in 100 Gran
Kohlenstoff	9,11 —	46 —
Wasserstoff	6,68 —	34 —
Sauerstoff	3,94 —	20 —

Sie war also weit ärmer an Sauerstoff, und viel reicher an Wasserstoff, als das vorhin untersuchte Gas. Kohlen-Wasserstoffgas war diese erste Portion des Gas also nicht; dazu erzeugte sie im Detoniren zu wenig kohlenfaures Gas. Eben so wenig konnte sie eine Mengung aus gasförmigem Kohlenstoffoxyd und aus Kohlen-Wasserstoffgas seyn; denn ihr specifisches Gewicht kam dem des letztern Gas zu nahe, als dafs sie von dem erstern eine bedeutende Menge hätte können beigemischt enthalten.

Versuche mit der zweiten Portion.

	1.	2.	3.
Es wurden detonirt:	M.	M.	M.
unrein. brennb. Gas	20 ;	20 ;	20
unrein Sauerstoffgas	20 ;	40 ;	60
			ent.

	1.	2.	3.
	M.	M.	M.
ent- } rein. brennb. Gas	16,34 ;	16,34 ;	16,34
hal- } rein. Sauerstoffgas	19,83 ;	38,93 ;	58,03
tend } Stickgas	3,83 ;	4,73 ;	5,63
Es blieb Gas - Rückstand	15 ;	36 ;	56
Erzeugtes kohlenf. Gas	6 ;	7 ;	9
Rückstand nach Abscheidung desselben	9 ;	29 ;	47
Dazu gef. Salpetergas	27 ;	55 ;	113,5
Beide vermind. sich bis auf	27 ;	—	59
Also enthielt der Rückstand			
Sauerstoffgas	1,2 ;	20,80 ;	37,40
Stickgas	3,83 ;	4,73 ;	5,63
brennb. Gas	3,97 ;	3,97 ;	3,97

Es ist merkwürdig, dass in allen drei Versuchen genau dieselbe Menge brennbares Gas zurückblieb, und es wird daraus wahrscheinlich, dass dieser Rückstand unverbrennlich, und von dem Gas, welches verzehrt wurde, in seiner Natur verschieden war.

Es verzehrten sich hiernach	1.	2.	3.	Im Mittel:
im Detoniren mit	M.	M.	M.	Maafs
ein- } rein. brennb. Gas	12,37 ;	12,37 ;	12,37	12,37 ; 100
ander } rein. Sauerstoffgas	18,63 ;	18,13 ;	21,63	19,46 ; 158,7
Die Raumverminderung, in-				
clus. des kohlenf. Gas, betr.	31 ;	31 ;	34	32 ; 258,7
Das entstandene kohlenf.				
Gas	6 ;	7 ;	9	7,3 ; 59,0

Beim Detoniren über Quecksilber entstanden aus 100 Maafs Gas 60,63 M. kohlenfaures Gas. Dieses Mahl wurde also weniger Sauerstoffgas verzehrt, als in den vorigen Versuchen; 60 Cub. Zoll von 157 verwandelten sich in kohlenfaures Gas, welches an Kohlenstoff 7,81 engl. Gran enthält; folglich 97 in Wasser, wozu 194 Cub. Zoll oder 5,04

engl. Gran Wasserstoffgas gehörten. Da nun 100 Cub. Zoll des brennbaren Gas 18,85 Gran wogen, so bleiben 6 Gran Ausfall, und sofern diese auf Wasser beruhen, das aus den Bestandtheilen des Gas selbst sich bildete, enthielt das Gas noch 0,85 Gran Wasserstoff, und 5,15 Gr. Sauerstoff. Folglich waren die Bestandtheile der zweiten Portion dieses brennbaren Gas

	in 18,85 Gran		in 100 Gran
Kohlenstoff	7,81 —	;	41,45 —
Wasserstoff	5,89 —	;	31,25 —
Sauerstoff	5,15 —	;	27,30 —

7.

Die Anzahl dieser Versuche ist vielleicht noch nicht groß genug, um zuverlässige Resultate zu geben; da ich sie indess mit aller möglichen Sorgfalt angestellt, und mehrere zwei bis drei Mal wiederholt habe, so kann, denke ich, kein großer Irrthum in ihnen enthalten seyn.

Es fällt in die Augen, daß das brennbare Gas, welches die Hitze aus Torf entwickelt, und besonders die letzte Portion desselben, kein Gemenge aus gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd und aus Kohlen-Wasserstoffgas seyn kann; denn es übertrifft die leichteste dieser beiden Gasarten im specif. Gewichte nur wenig. Auch Kohlen-Wasserstoffgas kann es nicht seyn; dazu verzehrt es im Detoniren nicht Sauerstoffgas genug, und bildet dabei nicht genug kohlenfaures Gas. Da es aber doch im specifischen Gewichte und in andern Eigenschaf-

ten variirt, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß es wirklich eine Mengung aus *zwei verschiedenen* Gasarten nach veränderlichen Verhältnissen ist. Die eine könnte wohl gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd seyn; daß aber die andere aus einem Gas bestehn muß, welches wir im reinen und unvermischten Zustande *noch nicht kennen*, glaube ich hier bewiesen zu haben. Dieses Gas muß specifisch leichter, als Kohlen-Wasserstoffgas seyn, und weniger Kohlenstoff, aber mehr Wasserstoff als dieses enthalten. Wahrscheinlich enthält es Sauerstoff als Bestandtheil, und in diesem Falle geben uns die vorhergehenden Versuche nicht Data genug an die Hand, um das specifische Gewicht und das Mischungsverhältniß desselben aus ihnen abzuleiten. Auf jeden Fall würde es zu früh seyn, schon jetzt eine Untersuchung zur Bestimmung beider zu unternehmen, bevor nicht eine größere Anzahl brennbarer Gasarten, welche aus Pflanzenkörpern entwickelt worden, genauer untersucht seyn werden.

V.

EINIGE VORSICHTSREGELN,
welche man bei dem Gebrauche des Volta'schen
Eudiometers zu beobachten hat,

von

A. B. BERTHOLLET (dem Sohne)*).

Um die äußerste Genauigkeit zu erreichen, zu welcher die Herren von Humboldt und Gay-Lussac die eudiometrischen Analysen gebracht haben, darf man einige Vorsichtsregeln nicht außer Augen verlieren, welche ich hier angeben will.

Es ist schon vor längerer Zeit bemerkt worden, daß, wenn man in dem Volta'schen Eudiometer über Wasser operirt, und das Instrument während des Verbrennens der Gasarten verschlossen hält, der Gasrückstand durch Luft vermehrt wird, welche sich aus dem Wasser in dem Augenblicke entwickelt, wenn man dieses in den leeren Raum hinauf steigen läßt, der durch die Detonation entstanden ist. Diesem Umstande muß man den unverbrennlichen Rückstand grossentheils zuschreiben, welcher sich immer bei der Zerlegung zusammengesetzter (verbrennlicher) Gasarten fin-

*) *Mémoires de la Soc. d'Arcueil.* Herr Berthollet theilt sie am Ende seiner Untersuchungen über das Ammoniak mit, die er in dem Institute am 24. März 1808 vorgelesen hat; sie verdienen, daß ich sie abgefondert heraushebe.

Gilbert.

det, bei denen man, um zu einer vollständigen Absorption zu gelangen, wiederholt detonirt hat.

Man hat geglaubt, um dieses zu vermeiden sey es hinreichend, während der Detonation eine freie Verbindung des Innern des Eudiometers mit dem äußern Wasser zu erhalten; man kann sich aber leicht überzeugen, daß diese Vorsichtsregel nicht ausreicht, und daß auch in diesem Falle aus dem Wasser ein Theil der Luft, welches es enthält, in dem Augenblicke entweicht, wenn es in den luftleeren Raum herauf steigt, der durch die Verdichtung der Gasarten entstanden ist. Bei einer Mischung aus 100 Theilen nicht ganz reines Sauerstoffgas und 200 Theilen Wasserstoffgas, die nur 3 bis 4 Theile Rückstand hätte lassen sollen, betrug der Gasrückstand 8 Theile. Eine Mischung von 298 Theilen desselben Wasserstoffgas mit 145 Theilen desselben Sauerstoffgas, hätten nur 14 Theile Rückstand lassen sollen; dieser betrug aber 24 Theile, war also um 10 Theile zu groß. Als das Eudiometer verschlossen blieb, während 300 Theile des erstern mit 148 Theilen des letztern Gas detonirt wurden, blieben statt 10 Theilen 49 Theile Rückstand.

Zahlreiche Versuche, von denen ich der Kürze halber hier nur die Resultate angeben will, haben mich belehrt: daß sich aus dem Wasser in der That viel weniger Luft entwickelt, wenn das Eudiometer während des Detonirens offen bleibt, als wenn man es verschlossen hat; daß die Menge

dieser Luft desto größer ist, je größer das Gasvolumen ist, welches man detonirt hat, bei einerlei Verhältniß desselben zum Rückstande; und daß sich endlich von dieser Luft in eben dem Verhältnisse mehr entwickelt, als des Rückstandes im Verhältnisse des detonirten Gasgemisches weniger bleibt. Da auch noch mehrere andere Umstände auf die Menge der Luft, die in dem Eudiometer aus dem Wasser aufsteigt, Einfluß haben, so hat sie den doppelten Nachtheil, der Genauigkeit der Resultate hinderlich zu werden und viel Unregelmäßigkeit in die Resultate zu bringen.

Beträgt der Rückstand $\frac{1}{3}$ des ganzen Gasvolumens oder weniger, so ist der Fehler wegen der Luftentwicklung merkbar; steigt er dagegen auf $\frac{2}{3}$ oder mehr des Gasvolumens, so ist der Fehler so klein, daß man ihn vernachlässigen kann; doch bringt er auch dann noch bei einer Reihe von Analysen einige Ungleichheit in die Resultate. Beträgt aber das Volumen des Rückstandes wenigstens $\frac{1}{2}$ des Volumens der Gasarten, die man mit einander detonirt hat, so bleiben die Resultate von allem Einflusse von Luft, die aus dem Wasser aufsteigt, frei, wofür die vollkommene Regelmäßigkeit derselben der Beweis ist.

Durch die Versuche der Herren von Humboldt und Gay-Lussac über die eudiometrischen Mittel, welche ein so vollendetes Vorbild von Genauigkeit sind, werden diese Aussagen auf eine viel überzeugendere Art bewiesen,

als es die gesammten Resultate, aus denen ich sie abstrahirt habe, zu thun vermöchten. Bei den Zerlegungen der atmosphärischen Luft, deren Resultate sie in ihrer Abhandlung in einer Tabelle zusammengestellt haben *), hatten sie jedes Mal 200 Theile atmosphärische Luft mit 200 Theilen Wasserstoffgas vermischt; es blieb folglich nach dem Detoniren ein Rückstand an Gas, der mehr als die Hälfte des Volumens der mit einander detonirten Luftarten betrug. Auch gaben unter 29 Analysen 20 genau dieselbe Absorption, und nimmt man zwei Versuche aus, so beträgt die größte Abweichung unter den Resultaten nur 0,003. Bei denen Versuchen dagegen, durch die sie das Verhältniß zu bestimmen suchten, wonach Sauerstoffgas und Wasserstoffgas sich zu Wasser verbinden, detonirten sie mit einander 100 Theile Sauerstoffgas und 300 Theile Wasserstoffgas; es blieb also ein Gasrückstand, der nur $\frac{1}{4}$ des Volumens der mit einander detonirten Gasarten betrug; und nun stimmten unter 12 Resultaten, die sie mitgetheilt haben, nur 3 genau mit einander überein, und die größte Abweichung zwischen ihnen steigt bis auf 0,015 **). Ich bin selbst geneigt, der aus dem Wasser entweichenden Luft (bei der Beständigkeit, mit der sie sich bei meinen Versuchen gezeigt hat) die 0,08 Stickgas zuzuschreiben, welche die Herren von Humboldt und Gay-Lussac

*) Diese *Annal.*, J. 1805. St. 5. od. B. 20. S. 32. Gilbert.

**) Dasselbst, S. 69. Gilbert.

in dem Wasserstoffgas gefunden haben, das sie mit einer Sorgfalt bereitet hatten, bei der es nothwendig von aller Verunreinigung frei bleiben mußte.

Man darf also, selbst wenn man in einem unverschlossenen Eudiometer detonirt, doch nur dann auf vergleichbare Resultate hoffen, wenn man in derselben Reihe von Versuchen einerlei Volumina der mit einander zu detonirenden Gasarten beibehält, und beide Gasarten in solchem Verhältnisse nimmt, daß das Volumen des gasförmigen Rückstandes wenigstens noch die Hälfte des Volumen der beiden mit einander detonirten Gasarten beträgt. Als ich diese Vorsichtsregeln zugleich mit den andern, welche man anzuwenden pflegt, beobachtete, fand sich in meinen Resultaten eben so viel Uebereinstimmung, als in denen der Herren von Humboldt und Gay-Lussac.

Ich fand aber dieselbe Uebereinstimmung nicht mehr, als ich zwei Reihen von Versuchen, wovon die eine über Wasser, die andere über Quecksilber angestellt worden war, mit einander verglich, obgleich jede dieser beiden Versuchsreihen einzeln alle Genauigkeit zeigte, deren sie fähig sind. Sie wichen jedoch nur dann von einander ab, wenn der Rückstand Sauerstoffgas enthielt, und stimmten auf das genaueste überein, wenn der Wasserstoff in demselben vorherrschte. So z. B. gaben Analysen der atmosphärischen Luft, die über Quecksilber angestellt wurden, jedes Mahl

den bekannten Gehalt an Sauerstoffgas; bei der Zerlegung des Ammoniakgas fand sich aber immer des Wasserstoffgas verhältnißmäfsig mehr; als wenn ich über Wasser operirte, und die Absorption war so viel bedeutender, dafs sich auf 1 oder 2 Theile Wasserstoff mehr schliessen liefs. Wasserstoffgas, das aus destillirtem Zink und Schwefelsäure bereitet, und über Quecksilber aufgefangen worden war, und, über Wasser behandelt, sich als vollkommen rein gezeigt hatte, erschien, über Quecksilber detonirt, zu rein, oder gab, um mich genauer auszudrücken, eine Absorption, die gröfser war, als sie es nach dem Volumen-Verhältnisse von zwei zu eins hätte seyn sollen, in welchem Wasserstoffgas und Sauerstoffgas sich mit einander zu Wasser condensiren.

Das Sauerstoffgas, welches ich zu diesen Versuchen brauchte, enthielt ungefähr 0,02 Stickgas. Bei jeder Detonation über Quecksilber setzte sich auf die Oberfläche des Eudiometers ein weifslich grauer Niederschlag in Menge ab, der sich nicht zeigte, wenn man dieselben Gasarten über Wasser detonirte; auch im erstern Falle nicht erschien, wenn die Oberfläche des Quecksilbers im Eudiometer selbst nur 4 bis 5 Millimeter (2 Linien) hoch mit Wasser bedeckt war. Lackmuspunctur, nach der Detonation in das Eudiometer gebracht, röthete sich. Diese Umstände beweisen, dafs die zu grofse Absorption davon herrührte, dafs beim Detoniren ein wenig Salpetersäure gebil-

det wurde, und Queckfilberdampf sich oxydirte. Hiervon habe ich mich noch mehr überzeugt, als ich zwei Litres einer Mischung aus Wasserstoffgas und aus überschüssigem Sauerstoffgas, das durch Stickgas verunreinigt war, in einigen vierzig hinter einander folgenden Detonationen verbrannte. Der Niederschlag, der sich fand, war Queckfilberoxyd im *Minimo*, und an den bekannten Eigenschaften dieses Oxyds leicht zu erkennen. Die Flüssigkeit, welche sich gebildet hatte, war stark sauer; Kali fällte daraus schwarzes Queckfilberoxyd, und ein Papier, in das sich die so neutralisirte Flüssigkeit eingelogen hatte, verbrannte mit Funkenwerfen, wie Papier, das man mit einer Salpeterauflösung getränkt hat.

Dieses ist nicht das erste Beispiel eines Einflusses, den Queckfilberdampf, in so geringer Menge er auch entsteht, auf chemische Erscheinungen äußert. Herr Monge *) hatte bei seinen Versuchen über die Veränderung, welche kohlenfaures Gas durch Elektrifiziren erleidet, bemerkt, daß wenn er die Funken aus einem nicht-oxydirbaren Leiter in das Queckfilber überspringen liefs, sich Queckfilberdampf im Zustande schwarzen Oxyds niederschlug. Eben so hat Priestley bemerkt, daß, wenn man elektrische Entladungsschläge durch kohlenfaures, salzsaures oder schwefligsaures Gas hindurch gehen liefs, die Oberfläche des Queckfilbers und das ganze Innere des Gefäßes

*) *Mémoires de l'Acad. A. 1786.*

sich mit schwarzem Quecksilberoxyd bedeckten. In diesen Fällen zersetzt der Quecksilberdampf das den Gasarten beigemengte Wasser. Bei den Zerlegungen im Eudiometer muß er noch viel leichter oxydirt werden, da sich in dem ganzen Raume, durch den er verbreitet ist, salpetrige Säure bildet.

Was diese letztere betrifft, so hielt man, seit der herrlichen Entdeckung Cavendish's, es für unvermeidlich, daß bei jeder Synthesis des Wassers auch Salpetersäure entstehe, bis der große Versuch der Herren Fourcroy, Vauquelin und Seguin das Gegentheil dargethan und nachgewiesen hat, daß ein sehr langsames Verbrennen ein Mittel, und zwar das einzige ist, die Bildung von Salpetersäure zu vermeiden.

Man vernachlässigte bisher den sehr geringen Einfluß, den diese beiden Wirkungen auf eudiometrische Analysen, welche über Quecksilber angestellt werden, haben können; meine Versuche zeigen indeß, daß sie manchemal Aufmerksamkeit verdienen, und daß man von Versuchen, die über Wasser angestellt werden, eine größere Genauigkeit, als von ihnen zu erwarten hat.

VI.

A U S Z U G

aus einem Berichte der HH. Delambre, Charles, Burckhardt und Gay-Lussac an die erste Klasse des Instituts,

über ein schweres Kry stallglas, welches die Herren Kruines und Langon dieser Klasse vorgelegt haben *).

— — Auch in England stand ein Preis von 1000 Pf. Sterling auf die Vervollkommnung des Flintglases, ihn hat aber bis jetzt niemand verdient. Die Herschel'schen Spiegelteleskope scheinen die Aufmerksamkeit der Physiker von diesem Gegenstande abgelenkt zu haben; allein in vielen Fällen können sie nicht die Stelle der achromatischen Fernröhre ersetzen. So z. B. beim Seewesen, im Kriege, und selbst nicht an astronomischen Instrumenten, auf deren Vollkommenheit die Güte des Fernrohrs wesentlichen Einfluss hat.

Die Herren Kruines und Langon haben sich durch die glücklichen Versuche, welche von Andern in Frankreich angestellt worden sind, das Flintglas nachzumachen, nicht abschrecken lassen,

*) Ich übergehe hier alles, was die Leser schon in dem Berichte über das schwere Kry stallglas des Hrn. Dufougerais im vorigen Stücke dieser Annalen gefunden haben.

selbst Untersuchungen über die Fabrikation des Flintglases anzustellen, und sie haben sehr genügende Resultate erhalten. Das Krytallglas, welches die Klasse von ihnen erhalten hat, übertrifft nicht nur das beste englische Flintglas, sondern alles, was man bisher in dieser Art hervorgebracht hat; und da sie ihr Verfahren mehrere Mahle im Grossen mit gleichem Erfolge wiederholt haben, so darf man es für ein sicheres Verfahren halten.

Dieses Krytallglas ist sehr weiss, sehr rein und ohne bemerkbare Fäden und Streifen. Das specifische Gewicht desselben ist 3,7, während das englische Flintglas nur ein spec. Gewicht von 3,3 hat. Das Brechungs-Verhältniss aus diesem Krytallglase in Luft ist $3 : 5$ [$1 : 1,667$], während das Brechungs-Verhältniss aus gemeinem Glase in Luft nur $2 : 3$ [$1 : 1,5$] ist, und das Brechungs-Verhältniss des Flintglases das Mittel zwischen diesen beiden hält [$1 : 1,60$] *).

Aus den Versuchen, welche die Commission gemeinschaftlich mit dem Obersten Malus über das Zerstreungs-Vermögen dieses Krytallglases angestellt hat, ergiebt sich, dass das Zerstreungs-Vermögen des gemeinen Glases, des Flintglases und dieses Krytallglases sich zu einander ungefähr wie $2 : 3 : 5$ verhalten **).

*) Das schwere Krytallglas des Hrn. Dufongerais hat nur ein spec. Gewicht von 3,588, und das Brechungs-Verhältniss desselben ist $1 : 1,64$. Vergl. S. 253. Gilbert.

**) Das Zerstreungs-Vermögen des schwersten Flintglases

Die Brennweiten der Convexlinsen, welche aus diesem Krytallglase verfertigt werden, sind bei dem starken Brechungs-Vermögen desselben um $\frac{3}{4}$ kürzer, als gleicher Linsen aus gemeinem Glase; welches in sehr vielen Fällen von Nutzen seyn kann.

Herr Kruines, der ein geschickter Optiker ist, hat aus diesem Krytallglase nicht nur Prismen geschliffen, die ein Farbenbild von vorzüglicher Schönheit geben, sondern er hat auch angefangen, achromatische Fernröhre daraus zu verfertigen. Herr Delambre hat einen solchen Achromat von 0,4 Meter [15 p. Zoll] Brennweite und 0,042 Meter [$1\frac{1}{2}$ Zoll] Oeffnung, mit einem Dollond'schen von gleicher Länge verglichen, und gefunden, daß er den Vorzug verdiente.

Man sieht aus diesem allen, daß die Herren Kruines und Lanson durch ihre Bemühungen die Kunst, achromatische Fernröhre zu verfertigen, in der That um einen Schritt weiter gebracht haben. Sollte diesen Künstlern ihr Vermögen erlauben, die Fabrikation ihres Krytallglases mehr als bisher zu erweitern, so würden wir sehr bald glückliche Folgen davon gewahr werden.

verhält sich zu dem des schweren Krytallglases des Hrn. Dufongerais wie 3 : 3,6.

Gilbert.

VII.

A U S Z U G

aus einigen Briefen an den Professor
Gilbert.

1. Vom Herrn Justizrathe und Oberamtmann
Schröter.

Lilienthal, den 20. März 1810.

Sie haben mich durch die gütige Mittheilung der uns noch ganz unbekannt gebliebenen La Place'schen Erklärung der Beobachtungen des Saturnsringes *) sehr erfreuet. Sie ist sehr sinnreich; genüget aber weder mir, noch dem Hrn. Professor Bessel, und verliert in gewissem Betrachte die Wahrscheinlichkeit.

Jetzt bin ich mit der Bearbeitung meiner Beobachtungen des großen Cometen von 1807 fertig. Sie enthalten über manche Wahrheit viel Einleuchtendes und über die gewaltig großen elektrischen Wirkungen im Schweife höchst merkwürdige Resultate, die jedem Liebhaber sehr fasslich sind. Die Ausgabe verspäthet sich länger, als ich vermuthet hatte. — —

*) Gegenwärtiger Band der *Annalen*, S. 76. Gilbert.

2. Vom Hrn. Professor Benzenberg.

Düsseldorf, den 20. Febr. u. 20. März 1810.

Ich übersende Ihnen hierbei einen Aufsatz über einige Höhenmessungen, welche ich im vorigen Herbste in dem Siebengebirge und in der benachbarten Rheingegend gemacht habe *), und einen zweiten Aufsatz, der Versuche über die Geschwindigkeit der Schall-Fortpflanzung enthält.

Die Begebenheiten der letzten Jahre, durch die so mancher Briefwechsel unterbrochen wurde, haben auch den unfriegen gestört. Ueberdies entfernten mich meine Geschäfte von dem Studium der Naturkunde. Nach einem doppelten schmerzhaften Verlust, der mich in kurzer Zeit betroffen hat, habe ich mich von Geschäften zurück gezogen; meine kleine Sternwarte bleibt fast meine einzige Liebhaberei, und ich werde in diesem Sommer nach Italien gehen. Unser gemeinschaftlicher Freund Brandes in Eckwarden, der seine Beobachtungen über die Strahlenbrechung hoffentlich fortsetzen wird, und dazu ein Paar vortreffliche Thermometer mit eingätzten Scalen von Loos in Bädungen sich bedienen will, muntert mich auf, diese Reise bis nach Reggio fortzusetzen, um dort die *Fata Morgana* gehörig und

*) Er folgt in dem nächsten Stücke und er giebt das belehrende Detail der Beobachtungen, von denen der Leser einige Resultate im vorigen Stücke S. 351. gefunden hat.

Gilbert.

ordentlich zu beobachten *); ob es aber möglich seyn werde, bei den jetzigen Umständen in Unter-Italien weiter als bis Neapel zu gehen, daran muß ich zweifeln. Prof. K r a m p in Köln hat sich eine Zeit lang mit Brandes Refractions-Beobachtungen beschäftigt; er verläßt jetzt unsere Gegend, indem er als Decan der Facultät der Wissenschaften nach Straßburg geht; wir verlieren hier an ihm den einzigen tiefen Mathematiker, den wir noch hatten.

Die Hochzeits-Feierlichkeiten des Kaisers werden mir wahrscheinlich bald aufs neue Gelegenheit zu Beobachtungen über den Schall verschaffen. Wie geschwind mag sich wohl der Schall auf den Schweizer Alpen fortpflanzen? Wenn diese Messungen so wenig Schwierigkeit hätten, als die mit dem Barometer, so würde ich meine Tertienuhr mit auf die Reise nehmen. Ich glaube indess, daß man doch noch Versuche über die Geschwindigkeit des Schalls in sehr verdünnter Luft wird anstellen müssen, ehe die Theorie über die Fortpflanzung des Schalls ganz aufs Reine kommen wird.

Auf der hiesigen Präfectur werden täglich alle meteorologischen Beobachtungen gemacht. Ich habe von unserm Herrn Präfecten den Auftrag, Ihnen die Resultate am Ende des Jahres zuzufenden.

*) Vergl. oben S. 146.

Gilbert.

Es scheint mir nützlich zu seyn, die genauen Barometer-Beobachtungen, welche an verschiedenen Orten gemacht werden, bekannt zu machen. damit Reisende bei ihren Barometer-Beobachtungen ohne Mühe correspondirende von mehreren Orten finden mögen, mit denen sie die ihrigen vergleichen können. Bei der grossen Veränderlichkeit des Barometerstandes in unsern Breiten giebt jede einzelne Beobachtung immer nur ein äusserst unsicheres Resultat; und ich weifs nicht, wie Hr. von Lindennau so viel Werth auf diese Art von Beobachtungen hat legen können. Selbst die mittlere Höhe des Barometers scheint an unsern Meeren verschieden zu seyn. Hr. von Lindennau nimmt sie zu 28 Zoll 2,2 Lin. an, und Hr. Brandes schrieb mir neulich, dafs Hr. Woltmann sie zu Cuxhaven 27,96 par. Zoll findet.

Wie mag es kommen, dafs man, so viel ich weifs, noch nicht den Einflufs in Rechnung gebracht hat, den die schnelle Wärme-Aenderung an der Erde auf die Berechnung der Barometerhöhen hat? — Nach den Beobachtungen, die Hr. Dr. Brandes in Eckwarden in seinem Werke über die Strahlenbrechung anführt, ist die Wärme in 200 Fufs Höhe von der Erde oft um 3 bis 4 Grad von der, welche in 10 Fufs von der Erde herrscht, verschieden. Wie es mir scheint, erklärt dieser einzige Umstand alle Anomalieen, die man beim Höhenmessen mit dem Barometer gefunden hat, wenn man damit genaue trigonometrische Messun-

gen vergleicht, und die keine einzige Formel, weder die von de Luc, noch die von Schuckburgh, von Trembley, La Place und Kramp darstellen kann. Man sieht dieses, wenn man die Beobachtungen und Messungen des Mont-blanc vergleicht. Ich habe die Reise von Sauffure nicht zur Hand, und kann also nur die beiden Data anführen, daß das untere Thermometer $+ 22,6$ R. und das obere $- 2,03$ R. zeigte. Die Beobachtungszeit war mitten im Sommer, und mitten am Tage. Wenn nun gerade hier, wie nicht unwahrscheinlich ist, derselbe Fall eintrat, den Hr. Brandes anführt, daß das untere Thermometer in 200 Fufs Höhe 4 Grade niedriger gestanden hätte, weil es hier entfernter von der erhitzten Erde war. Wenn ferner das Thermometer auf dem Mont-blanc, welches jetzt nur 3 Fufs vom ewigen Schnee entfernt war, und $- 2,03$ zeigte, in eine Höhe von 200 Fufs über dem Berge 3 Grade mehr gezeigt hätte, weil es entfernter von der erkälteten Erde gewesen wäre, was würde die Folge hiervon in der Höhenmessung des Mont-blanc seyn? Eine Aenderung von 50 Toisen auf 2300.

In der lehrreichen Einleitung seiner Höhentafeln macht Hr. von Lindennau auf die Schwierigkeit aufmerksam, die es hat, den wahren Wärmegrad der freien Luft zu finden, und zeigt, daß ein kleiner Fehler in diesem einen grössern Einfluß auf die gemessene Höhe hat, als einer am Barometer. Es ist indessen merkwürdig, daß weder Hr.

von Lindénau noch Herr Ramond für die Wärmeabnahme, an der Erde eine eigene Correction in Zahlen entwickelt, und dabei die Beobachtungen von Pictet, Sauffure, Six und Brandes zum Grunde gelegt haben. Ramond scheint diese Anomalieen gekannt zu haben, aber auf eine allgemeine Erklärung ihrer Ursachen scheint er nicht gekommen zu seyn *).

*) Man vergleiche hiermit die weitem Auseinandersetzungen in dem Briefe des Hn. Dr. Brandes oben S. 346.

Gilbert.

Taf. I.

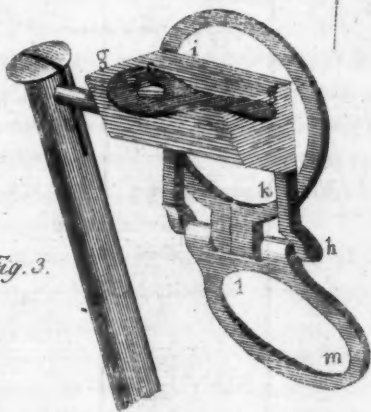
Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Gill N Ann. d. Phys. 4^{te} B. 4^{te} Pl.

My dear Sir,
I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 10th inst. in relation to the above named matter. I am sorry to hear that you are not satisfied with the result of the investigation. I have, however, done all in my power to ascertain the facts of the case, and I believe that the result is as fair as possible under the circumstances.

I am, Sir, very respectfully,
Your obedient servant,
J. H. [Signature]

89

